

Docket No.: 60188-695

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
<b>Hiroshi KOHSO, et al.</b>	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: October 28, 2003	:	Examiner:
	:	
For: HEAD POSITIONING SYSTEM, DISK DRIVE APPARATUS USING THE SAME, AND HEAD POSITIONING METHOD	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

**Japanese Patent Application No. 2002-312442, filed October 28, 2002**

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT WILL & EMERY

  
Michael E. Fogarty  
Registration No. 36,139

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 MEF:mcw  
Facsimile: (202) 756-8087  
**Date: October 28, 2003**

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

60188-695  
KOHISO et al.  
October 28, 2003

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年10月28日

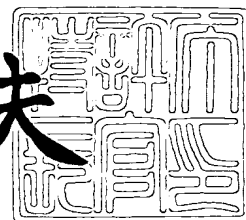
出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-312442  
[ST. 10/C]: [JP2002-312442]

出 願 人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2003年 9月30日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2003-3080195

【書類名】 特許願

【整理番号】 2037240027

【提出日】 平成14年10月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 21/12

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 高祖 洋

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 稲治 利夫

【特許出願人】

    【識別番号】 000005821

    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100097445

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

    【識別番号】 100103355

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

    【識別番号】 100109667

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 内藤 浩樹

**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 011305**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ヘッド位置決め制御装置およびディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ディスク状の記録媒体に情報を記録し、前記記録媒体から前記情報を再生するヘッドと、アクチュエータによりヘッドを目標ヘッド位置に移動させるヘッド支持機構とを備えるディスク装置のヘッド位置決め制御装置において、

ヘッドの位置決めを行う位置決め機構部と、

ヘッド位置信号を検出し、目標ヘッド位置信号との差である位置誤差信号により位置制御信号を出力する位置制御手段と、

前記ヘッド位置信号により前記記録媒体との相対速度であるヘッドの速度を検出した検出速度信号あるいは推定した推定速度信号を出力する速度検出手段と、

前記アクチュエータの駆動部の逆起電圧信号により絶対速度であるヘッドの移動速度を推定した推定移動速度信号を出力する逆起電圧検出手段と、

前記ヘッド位置信号から検出した前記検出速度信号あるいは推定した前記推定速度信号により前記逆起電圧検出手段からの前記推定移動速度信号の推定誤差を補正して補正推定速度信号を出力する推定速度補正手段と、

補正された前記補正推定速度信号をもとに速度制御信号を出力する推定制御手段とを有し、

前記速度制御信号を前記位置制御信号に加算した制御量信号で駆動部を制御駆動することを特徴とするヘッド位置決め制御装置。

【請求項 2】 ディスク状の記録媒体に情報を記録し、前記記録媒体から前記情報を再生するヘッドと、アクチュエータによりヘッドを目標ヘッド位置に移動させるヘッド支持機構とを備えるディスク装置のヘッド位置決め制御装置において、

ヘッドの位置決めを行う位置決め機構部と、

ヘッド位置信号を検出し、目標ヘッド位置信号との差である位置誤差信号により位置制御信号を出力する位置制御手段と、

前記アクチュエータの駆動部の逆起電圧信号により絶対速度であるヘッドの移

動速度を推定した推定移動速度信号と、前記推定移動速度信号を積分してヘッド位置を推定した推定ヘッド位置信号を出力する逆起電圧検出手段と、

前記ヘッド位置信号と前記推定ヘッド位置信号との差より前記逆起電圧検出手段からの前記推定移動速度信号の推定誤差を補正して補正推定速度信号を出力する推定速度補正手段と、

補正された前記補正推定速度信号をもとに速度制御信号を出力する推定制御手段とを有し、

前記速度制御信号を前記位置制御信号に加算した制御量信号で前記駆動部を制御駆動することを特徴とするヘッド位置決め制御装置。

【請求項3】 推定制御手段は、推定速度補正手段で補正して出力した推定補正速度信号と制御量信号により、ヘッド位置決め制御装置に加わる力外乱を推定して力外乱制御信号を出力し、前記力外乱制御信号と速度制御信号と位置制御信号を加算した前記制御量信号で駆動部を制御駆動することを特徴とする請求項1または請求項2に記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項4】 推定速度補正手段は、速度検出手段による検出速度信号もしくは推定速度信号と、逆起電圧検出手段による推定移動速度信号によって補正量を導出し、前記補正量によって前記逆起電圧検出手段の前記推定移動速度信号の推定誤差を補正することを特徴とする請求項1または請求項3に記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項5】 推定速度補正手段は、速度検出手段によるn回前からのn個の検出速度信号もしくは推定速度信号と、逆起電圧検出手段によるn個の推定移動速度信号との差または比の平均値によって補正量を導出し、前記補正量によって前記逆起電圧検出手段の前記推定移動速度信号の推定誤差を補正することを特徴とする請求項4に記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項6】 推定速度補正手段は、検出ヘッド位置信号もしくは速度検出手段による推定ヘッド位置信号と、逆起電圧検出手段による推定ヘッド移動位置信号によって補正量を導出し、前記補正量によって前記逆起電圧検出手段の推定移動速度信号の推定誤差を補正することを特徴とする請求項2に記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項 7】 推定速度補正手段は、検出ヘッド位置信号もしくは速度検出手段による  $n$  回前からの  $n$  個の推定ヘッド移動位置信号と、 $n$  個の逆起電圧検出手段による推定ヘッド移動位置信号との差または比の平均値によって補正量を導出し、前記補正量によって前記逆起電圧検出手段の推定移動速度の推定誤差を補正することを特徴とする請求項 6 に記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項 8】 速度検出手段は、検出ヘッド位置信号と制御量信号により、ヘッド位置決め制御装置に加わるステップ波形の外乱を推定して推定外乱として出力し、

推定制御手段は、前記推定外乱をもとに推定力外乱値に変換し、前記推定力外乱値を補正して力外乱制御信号を出力し、前記力外乱制御信号と速度制御信号と位置制御信号を加算した前記制御量信号で駆動部を制御駆動することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項 9】 推定速度補正手段は、速度検出手段による相対速度である検出速度が入力されたときのみ補正量を導出して、前記逆起電圧検出手段による推定速度の推定誤差を補正し、前記検出速度が入力されないときは前回の補正量によって前記逆起電圧検出手段による推定速度の推定誤差を補正することを特徴とする請求項 1 あるいは請求項 2 に記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項 10】 制御量信号は、位置制御手段の出力である位置制御信号と、推定制御手段の出力である速度制御信号と力外乱制御信号の和であり、かつ、前記位置制御信号は離散的な信号であって、前記速度制御信号と力外乱制御信号は位置制御信号が一定値である間も変化する連続信号もしくは高周波の離散的な信号であることを特徴とする請求項 9 に記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項 11】 速度検出手段は、ヘッドの位置信号を検出できるサンプリング時間ごとにヘッドの速度を検出あるいは推定し、推定速度補正手段は前記サンプリング時間の 2 分の 1 以下の時間ごとに逆起電圧検出手段による推定移動速度の推定誤差を補正することを特徴とする請求項 9 に記載のディスク装置。

【請求項 12】 逆起電圧検出手段は、制御駆動電流に比例する制御電圧信号と、

アクチュエータの速度に比例した真の逆起電圧信号およびアクチュエータの出

力特性変動により発生する誤差分の逆起電圧信号の和の信号とを検出するためのダイナミックレンジの異なる複数のアナログデジタル変換器を有して、

制御動作モードに応じて切り換えて逆起電圧を検出することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のヘッド位置決め制御装置。

【請求項 1 3】 ディスク状の記録媒体に情報を記録し、前記記録媒体から前記情報を再生するヘッドと、アクチュエータによりヘッドを目標ヘッド位置に移動させるヘッド支持機構とを備えるディスク装置のヘッド位置決め制御装置において、

ヘッドの位置決めを行う位置決め機構部と、

ヘッド位置信号を検出し、目標ヘッド位置信号との差である位置誤差信号により位置制御信号を出力し、前記位置誤差信号を積分した信号により位置誤差積分制御信号を出力する位置制御手段と、

検出した前記ヘッド位置信号により前記記録媒体との相対速度であるヘッドの速度を検出した検出速度信号あるいは推定した推定速度信号を出力する速度検出手段と、

前記アクチュエータの駆動部の逆起電圧信号により絶対速度であるヘッドの移動速度を推定した推定移動速度信号を出力する逆起電圧検出手段と、

前記ヘッド位置信号から検出した前記検出速度信号あるいは推定した前記推定速度信号により前記逆起電圧検出手段からの前記推定移動速度信号の推定誤差を補正して補正推定速度信号を出力する推定速度補正手段と、

補正された前記補正推定速度信号をもとに速度制御信号を出力する推定制御手段とを有し、

前記速度制御信号を前記位置制御信号に加算した制御量信号で駆動部を制御駆動することを特徴とするヘッド位置決め制御装置。

【請求項 1 4】 情報の記録、再生を行うヘッドと、

前記ヘッドを位置決めするためのサーボ情報が記録されたサーボ領域と、情報の記録再生または再生が行われるデータ領域とを交互に複数配置されてなるトラックが、同心状に、あるいはスパイラル状に複数トラック形成されたディスク状の記録媒体と、



前記ディスク状の記録媒体の中心を回転中心として保持し、前記ディスク状の記録媒体を回転制御する回転制御機構と、

前記ヘッドを目標ヘッド位置に位置決め制御するヘッド位置決め制御装置とを具備し、

前記ヘッド位置決め制御装置は、

ヘッドの位置決めを行う位置決め機構部と、

ヘッド位置信号を検出し位置制御信号を出力する位置制御手段と、

前記ヘッド位置信号より前記ディスク状の記録媒体との相対速度であるヘッドの速度を検出した検出速度信号あるいは推定した推定速度信号を出力する速度検出手段と、

前記位置決め機構部の駆動部の逆起電圧信号により絶対速度であるヘッドの移動速度を推定して推定移動速度信号を出力する逆起電圧検出手段と、

前記ヘッド位置信号から検出した検出速度信号あるいは推定した推定速度信号により前記逆起電圧検出手段からの前記推定移動速度信号の推定誤差を補正して補正推定速度信号を出力する推定速度補正手段と、

補正された前記補正推定速度信号をもとに速度制御信号を出力する推定制御手段とを有し、

前記速度制御信号を前記位置制御信号に加算した制御信号で前記駆動部を制御駆動することを特徴とするディスク装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気ディスク装置や光ディスク装置など、情報が記録または再生されるディスク状記録媒体を用いたディスク装置とそのヘッド位置決め装置に関する。

##### 【0 0 0 2】

#### 【従来の技術】

近年、マルチメディアの進展に伴って、大容量の映像情報、音声情報、文字情報などを高速で記録再生する高記録密度のディスク装置が、市場から強く要請さ

れている。ディスク装置の中でも、磁気ディスク装置においては、安価で小型、大容量、かつ高速データ転送の特徴からパーソナルコンピュータ（以下PCと略記する）用途だけでなく、AV（Audio-Visual）分野や、カーエレクトロニクス分野での応用が加速されつつあるとともに、移動体用の端末装置などのモバイル分野に使用する要望が増えており、磁気ディスク装置のさらなる小型化が必要である。そして、PC以外の分野への応用には、高密度化（大容量化）に加えて、小型化や低消費電力化、さらには振動衝撃に対する信頼性も重要視されている。このように、ディスク装置の小型化、高記録密度化に伴って、ヘッドを目標位置に高速、かつ、高精度に位置決めする要求がより厳しくなってきている。

#### 【0003】

ディスク装置のヘッドを記録媒体に位置決めするのにアクチュエータによる位置決め機構を利用しており、この位置決め機構には、直動型と呼ばれるリニアアクチュエータと、揺動型と呼ばれるロータリアクチュエータとがある。直動型、揺動型ともにアクチュエータは転がり軸受部で案内されている。このような軸受部は、アクチュエータの駆動によるヘッド支持機構の移動に対して、この移動に反する力である摩擦力を常に有している。例えば、アクチュエータは、ヘッド支持機構を停止させている状態から駆動を開始するとき、軸受部とヘッド支持機構との間の静止摩擦に基づく摩擦力を越える駆動力が必要である。また、ヘッド支持機構の移動が開始された後は、軸受部とヘッド支持機構の間には、動摩擦に基づく摩擦力が作用する。一般的に、ヘッド支持機構のような可動部を移動させるためには、静止摩擦は動摩擦と比較して、より大きな駆動力を必要とする。このため、このような軸受部を用いた移動操作を行う機構においては、静止摩擦と動摩擦との差異により、円滑な移動操作が困難となり、位置決めサーボ制御が正確に行われえない可能性がある。

#### 【0004】

さらに、ディスク装置の小型化に伴い、軸受部も小型となり、ヘッド支持機構の移動に対するこれら摩擦力の影響はより大きくなる。また、ヘッド支持機構も小型軽量となるため、例えば、ヘッドと接続されて電気信号を伝送するフレキシ

ブルプリント回路（以下FPCと呼ぶ）の反力も、摩擦力と同様にヘッド支持機構の移動に対して大きく影響してくる。このように、ディスク装置の小型化に伴い、軸受部の摩擦力や、FPCの反力、スピンドル振動によるアクチュエータ振動が、ディスク装置の小型化、高記録密度化に対して影響を及ぼす要因となりうる。

#### 【0005】

さらには、磁気ディスク装置などは、ディスク上にあらかじめ記録された位置情報が離散信号であり、データ領域との関係からその個数には限度がある。小型の装置ではシステム仕様によって、回転数も高くするには限界がありサンプリング周波数を高くできないことから、制御の高帯域化が制限されることもディスク装置の小型化、高記録密度化に対して影響を及ぼす要因となりうる。

#### 【0006】

このように、ディスク装置の小型化、高記録密度化に伴って、軸受部の摩擦がアクチュエータによる位置決め機構の駆動制御に影響し、ヘッドの位置決めに対してこの影響が無視できなくなり、位置決め精度の低下を引き起こすように影響する各種要因に対して、（１）摩擦などの外乱を機構的に減少させる取り組み、（２）制御によりオブザーバで摩擦や外乱振動を推定して補償する方法、（３）高帯域制御で外乱を抑制する方法が提案されてきた。

#### 【0007】

例えば（１）の外乱を機構的に減少させる手段については、軸受部に良摺動性の部材を使用したり、動的摩擦により静的摩擦を抑制する方法が知られている。そして、（２）の制御によりオブザーバで推定、補償する方法では、ロード制御において、アクチュエータ（VCM）の逆起電圧信号を用いた連続信号による制御が提案されている。とくに、逆起電圧信号を制御信号として用いる場合、コイル抵抗のばらつき、温度変化などによる抵抗値変動などが制御性能に影響を与えることから各種の補正方法が提案されている。また、（３）の高帯域制御では、離散的な位置信号以外の加速度センサ信号を用いた例がある。

#### 【0008】

ここでは、本発明との関係が少ない（３）を除いて、（１），（２）に関する

具体的な提案のいくつかを例示し、簡単に説明する。

### 【0009】

例えば、(1)の摩擦による影響を抑制するための方法の例としては、ヘッドを常に微動させる方法が提案されている。すなわち、ヘッドに対して、常にウォブリング(Wobbling:揺動)し、常に動摩擦状態にして、静止摩擦の影響を無くすようにした方法である(例:特開平10-172229号公報)。

### 【0010】

図13は、従来のディスク装置のヘッド位置決め制御装置の動作を説明する原理図であって、ウォブリングを利用したディスク装置において、その回転制御機構の構成を示している。ここでは要点のみ説明するため、ディスク装置全体の説明は省略し、要点となる回転制御機構のみ説明する。図13において、ディスク状記録媒体としてのディスク311は、ディスクテーブル393の上に設置され、モータ軸394の回転に伴ってディスク311も回転する。ディスク311には、ディスク311の中心を中心としたトラック396が同心円状に多数形成されている。ヘッドを搭載したヘッド支持機構は、アクチュエータにより駆動され、ヘッドは、ディスク311の平面上を移動して目標位置に位置決めされる。この目標位置のトラックに対して、ヘッドは、情報の記録や再生を行う。ディスクテーブル393は、円盤状に形成され、中央にチャッキング位置決め部395を有している。チャッキング位置決め部395は、ディスク311を設置するとき、ディスク311の中央穴と嵌合させてディスク311の位置決めを行う。また、ディスクテーブル393の1箇所にカウンタウエイト397を有している。これについては、後で説明する。

### 【0011】

通常、ディスクと、ディスクのトラック、ディスクテーブル、およびモータ軸は、同心円状にそれぞれ配置される。しかし、本提案例では、図13に示すように、ディスク311の中心、すなわちチャッキング中心CCは、ディスク回転制御の中心軸、すなわちモータ軸中心CMに対して、偏芯量dだけ偏芯した位置として、ディスク311を位置決めしている。このような構成で、ディスク311が回転制御されると、ヘッドは、偏芯量dに応じて、常にディスク311の半径

方向に往復的に移動操作され、ウォブリングされる。すなわち、ヘッド支持機構と軸受部との間では、常に動摩擦に基づく摩擦力が作用し、静止摩擦に基づく摩擦力が作用することはほとんどない。このため、ヘッド支持機構に搭載したヘッドの移動操作を、円滑、かつ、正確に行うことができ、ヘッドの位置決めサーボ制御が正確に実行される。また、ディスクテーブル 3 9 3 には、カウンタウエイト 3 9 7 が取り付けられている。カウンタウエイト 3 9 7 は、モータ軸中心 CM を基準として、チャッキング中心 CC とは逆の方向に位置して、ディスクテーブル 3 9 3 の下面部に取り付けられている。これにより、総合した重心位置は、モータ軸中心 CM 上に位置するため、ディスク 3 1 1 が回転したときの偏芯による振動を抑えている。これらのような構成により、本提案例は、静止摩擦によるヘッド位置決め動作への影響を抑制している。

#### 【 0 0 1 2 】

また、(2) の制御によりオブザーバで推定、補償する方法では、位置決め精度を向上させる制御ではないが、ロード制御に適用したものとして、VCM の逆起電圧信号を用いて制御を行う場合に、逆起電圧信号による速度推定の推定誤差補正方法として、ロード制御前にランプ上で、逆起電圧信号のダイナミックレンジと AD コンバータにて CPU へ入力するときのオフセットを補正し、スライダとディスクを衝突させずに、ヘッドをディスク上へ安定に移動させるように速度制御する方法が提案されている（例：特許第 3 0 8 0 3 6 3 号公報）。

#### 【 0 0 1 3 】

図 1 4 は、VCM の逆起電圧信号を用いてロード制御を行うディスクドライブ装置において、その制御操作機構の構成および、制御の簡単な流れを示した構成図である。図 1 4 において、ディスクドライブ装置 4 1 0 は、ディスク 4 1 1 を回転駆動する VCM スピンドルドライバ 4 1 2、磁気ヘッド 4 1 3、磁気ヘッド 4 1 3 を有するヘッドスライダをディスク 4 1 1 上に誘導、および退避位置移動させるアクチュエータ 4 1 4、ランプ 4 1 5、アクチュエータの速度制御、速度制御に先立って AD コンバータのオフセットおよびダイナミックレンジを検出するキャリブレーション制御および、記録再生の動作を制御する CPU/HDC 4 1 6 で構成されている。

## 【0014】

磁気ヘッド413をランプ415よりディスク411上にロード制御する場合、VCMの逆起電圧信号より速度を推定し、速度制御を行っている。CPU/HDC416の逆起電圧検出手段は、VCMのコイル抵抗を所定の抵抗とバランスさせて、コイルに生じる電圧を逆起電圧として検出するブリッジ回路で、コイルの温度が常温のときのコイル抵抗値をもとにバランスさせている。ここに示した例では、その制御動作に先立ってランプ上において、逆方向にアクチュエータを動かす電圧を加えてランプを押し付けて出力される電圧のダイナミックレンジとADコンバータのオフセットをキャリブレーションしている。

## 【0015】

さらに、VCMの逆起電圧信号を用いて制御の際に、温度変化などによって生じる逆起電圧信号による速度推定の推定誤差を補正する方法の例として上に示した提案例と関係するが、ロード制御前にストッパにアクチュエータを押し付けた状態と、アンロード制御前にアクチュエータを内周ストッパに押し付けた状態で、逆起電圧信号による速度推定値と検出電圧との関係を補正する方法が提案されている（例：特開2000-163901号公報）。

## 【0016】

図15は、VCMの逆起電圧信号を用いてヘッドのロード／アンロード制御を行うディスクドライブ装置において、その制御プロセスを示した流れ図である。

## 【0017】

図15のディスク装置制御系においては、ランプ上のヘッドをディスク上にロードするロード制御開始に際して、アクチュエータを外周ストッパに押し当てて、VCMの実際の速度をゼロにしている状態でVCM速度検出器により検出されるVCM速度検出値を読み込み、その速度検出値に基づいてVCM電流値とVCM速度検出値との関係を補正するための速度補正值を取得するキャリブレーション動作を行う。この場合、ロード動作後のヘッド位置決め制御の期間は、タイマを用いて定期的にアクチュエータを内周ストッパに押し当てた状態で上記キャリブレーション動作を再実行して速度補正值を更新し、元のヘッド位置に戻る動作を行っている。

## 【0018】

## 【特許文献1】

特開平10-172229号公報（第5-7頁、第4図）

## 【特許文献2】

特許第3080363号明細書（第35-38頁、第2図）

## 【特許文献3】

特開2000-163901号公報（第9-11頁、第6図）

## 【0019】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図12にその構成を示したウォブリングを利用したディスク装置の提案例では、静止摩擦の影響を抑制するために、機構構造的に偏芯させる手段を用いており、機構的に偏芯して回転することによる、外部への振動の影響が無視できなくなるというおそれがあった。また、円心状に駆動する一般的な機構構造のディスク装置に比べて、この提案例では、偏芯した構造のため、特別な製造方法、製造部品などが必要となる課題も有していた。

## 【0020】

すなわち、この図12に示した提案例では、モータ軸中心CMとチャッキング中心CCとをずらす手法を用いている。このため、モータ軸の回転に対して、駆動されるディスクテーブルやディスクは偏芯状態で回転するので、この回転数に同期した振動をディスク装置全体に生じ易くなる。このような振動は、外部への騒音となるので、ディスク装置を使用した機器では回避することが望まれていた。さらに、ディスクに対して垂直方向に、振動が生じる可能性もある。このような垂直方向への振動は、浮上式磁気ヘッドを用いた磁気ディスク装置において、ディスクとヘッドとの接触を引き起こす可能性がある。これを解決するため、上述の図12に構成を示した例では、カウンタウエイトを付加して、重心位置をモータ軸中心CM上としている。しかしながら、このようなバランスをとることで解決する方法では、カウンタウエイトの重量や位置などを精密に調整することが必要であり、製造工程における効率を悪化させる。さらに、ディスク装置の小型化に伴い、このバランス調整のより精密さが必要となる。また、FPCによる反

力の影響なども無視できなくなり、力のバランスの考慮をも必要となる。この例で示した方法では、偏芯状態での回転による振動が発生し易く、ディスク装置の小型化までを考えると、これを抑制するには限度があった。

#### 【 0 0 2 1 】

また、図 1 2 に例を示した構造は、一般的に用いられている、モータ軸、ディスクテーブル、ディスクのそれぞれが同心円状に位置した構造とは異なっている。このため、従来例の構成によるディスク装置を具現化するに際して、特別な金型や部品が必要となり、また製造時にも、前述のような、特別なバランス調整の工程が必要となる。このように、特殊部品の必要性や、製造工程の効率低下の問題もあり、最終的に製品価格を上昇させる可能性も有していた。

#### 【 0 0 2 2 】

次に図 1 3 に概略構成を、また図 1 4 に制御系のプロセスの流れ図を示したそれぞれ別のディスクドライブ装置の提案例では、ヘッドをロードするためのロード制御の速度フィードバック信号としてのみ、逆起電圧信号を用いており、フォローイング制御においてメディア上で常に逆起電圧信号による速度推定値を用いる場合、3つの課題が存在する。

#### 【 0 0 2 3 】

1つ目は、制御駆動する電流値がロード制御とフォローイング制御では10倍以上異なり、コイル抵抗の温度特性によって抵抗値が変化するため、同一の補正值では推定速度に誤差が生じる。また、図 1 3 に構成を示した提案例では、フォローイング制御中も温度変化などによって抵抗値が変化し、その補正值の修正が必要であり、図 1 4 に制御系のプロセスの流れ図を示した提案例では、ロード制御とアンロード制御のみに言及しており、これ以外の制御時におけるコイル抵抗の影響には触れていない。

#### 【 0 0 2 4 】

2つ目は、フォローイング制御は、ヘッドをメディア上のあらかじめ記録されたサーボトラックに追従させるためのヘッド位置決め制御であり、ここで使用する速度フィードバック制御のための速度信号もヘッドとメディアの相対速度であることが必要となることである。しかしながら、ロード制御は絶対速度での速度



制御であるため、その逆起電圧信号より求まる速度信号も絶対速度である。そのため安定性を高める速度フィードバックが誤差を有することになるが、この対策を考慮していない。また、絶対速度をフィードバック制御に使用すると、ヘッドが静止していまい、ディスクに対して相対的な位置決めを行うときに位置誤差が発生してしまうという課題もある。

#### 【0025】

3つ目は、速度信号よりアクチュエータに加わる力外乱をオブザーバで推定補償する場合、2つ目の課題のように相対速度を用いないと、位置決め制御でヘッドを追従させるために動作が外乱振動になってしまい、力外乱推定補償により、位置決め精度が劣化する場合が発生することである。

#### 【0026】

本発明は、上記のような課題を解決するとともに、ディスク装置の小型化、高記録密度化に伴って、軸受部の摩擦がアクチュエータによる位置決め機構の駆動制御に影響し、ヘッドの位置決めに対してこの影響が無視できなくなり、位置決め精度の低下を引き起こすように影響する上記課題の本質的要因をも抑るためになされたもので、機構構造的な手段を用いずに、推定速度の誤差補正方法組み入れた逆起電圧信号を用いたオブザーバ補償により、位置決め機構が静止摩擦に基づく摩擦力やスピンドル振動からの力外乱の影響を受けず、安定な動作で位置決めサーボ制御を可能とするヘッド位置決め制御装置を提供することを目的とする。

#### 【0027】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明のヘッド位置決め制御装置は、ディスク状の記録媒体に情報を記録し、記録媒体から情報を再生するヘッドと、アクチュエータによりヘッドを目標ヘッド位置に移動させるヘッド支持機構とを備えるディスク装置のヘッド位置決め制御装置において、ヘッドの位置決めを行う位置決め機構部と、ヘッド位置信号を検出し、目標ヘッド位置信号との差である位置誤差信号により位置制御信号を出力する位置制御手段と、ヘッド位置信号により記録媒体との相対速度であるヘッドの速度を検出した検出速度信号あるいは推定した

推定速度信号を出力する速度検出手段と、アクチュエータの駆動部の逆起電圧信号により絶対速度であるヘッドの移動速度を推定した推定移動速度信号を出力する逆起電圧検出手段と、ヘッド位置信号から検出した検出速度信号あるいは推定した推定速度信号により逆起電圧検出手段からの推定移動速度の推定誤差を補正して補正推定速度信号を出力する推定速度補正手段と、補正された補正推定速度信号をもとに速度制御信号を出力する推定制御手段とを有し、速度制御信号を位置制御信号に加算した制御量信号で駆動部を制御駆動する構成を有している。

#### 【0028】

また本発明のヘッド位置決め制御装置は、ディスク状の記録媒体に情報を記録し、記録媒体から情報を再生するヘッドと、アクチュエータによりヘッドを目標ヘッド位置に移動させるヘッド支持機構とを備えるディスク装置のヘッド位置決め制御装置において、ヘッドの位置決めを行う位置決め機構部と、ヘッド位置信号を検出し、目標ヘッド位置信号との差である位置誤差信号により位置制御信号を出力する位置制御手段と、アクチュエータの駆動部の逆起電圧信号により絶対速度であるヘッドの移動速度を推定した推定移動速度信号と、推定移動速度信号を積分してヘッド位置を推定した推定ヘッド位置信号を出力する逆起電圧検出手段と、ヘッド位置信号と推定ヘッド位置信号との差より逆起電圧検出手段からの推定移動速度信号の推定誤差を補正して補正推定速度信号を出力する推定速度補正手段と、補正された補正推定速度信号をもとに速度制御信号を出力する推定制御手段とを有し、速度制御信号を位置制御信号に加算した制御量信号で駆動部を制御駆動する構成を有している。

#### 【0029】

また本発明のヘッド位置決め制御装置は、推定制御手段が、推定速度補正手段で補正して出力した推定補正速度信号と制御量信号により、ヘッド位置決め制御装置に加わる力外乱を推定して力外乱制御信号を出力し、力外乱制御信号と速度制御信号と位置制御信号を加算した制御量信号で駆動部を制御駆動する構成を有している。

#### 【0030】

また本発明のヘッド位置決め制御装置は、推定速度補正手段が、速度検出手段による検出速度信号もしくは推定速度信号と、逆起電圧検出手段による推定移動速度信号によって補正量を導出し、補正量によって逆起電圧検出手段の推定移動速度信号の推定誤差を補正する構成を有している。

【0031】

また本発明のヘッド位置決め制御装置は、推定速度補正手段が、速度検出手段による n 回前からの n 個の検出速度信号もしくは推定速度信号と、逆起電圧検出手段による n 個の推定移動速度信号との差または比の平均値によって補正量を導出し、補正量によって逆起電圧検出手段の推定移動速度信号の推定誤差を補正する構成を有している。

【0032】

また本発明のヘッド位置決め制御装置は、推定速度補正手段が、検出ヘッド位置信号もしくは速度検出手段による推定ヘッド位置信号と、逆起電圧検出手段による推定ヘッド移動位置信号によって補正量を導出し、補正量によって逆起電圧検出手段の推定移動速度信号の推定誤差を補正する構成を有している。

【0033】

また本発明のヘッド位置決め制御装置は、推定速度補正手段が、検出ヘッド位置信号もしくは速度検出手段による n 回前からの n 個の推定ヘッド移動位置信号と、n 個の逆起電圧検出手段による推定ヘッド移動位置信号との差または比の平均値によって補正量を導出し、補正量によって逆起電圧検出手段の推定移動速度の推定誤差を補正する構成を有している。

【0034】

また本発明のヘッド位置決め制御装置は、速度検出手段が、検出ヘッド位置信号と制御量信号により、ヘッド位置決め制御装置に加わるステップ波形の外乱を推定して推定外乱として出力し、推定制御手段は、推定外乱をもとに推定力外乱値に変換し、推定力外乱値を補正して力外乱制御信号を出力し、力外乱制御信号と速度制御信号と位置制御信号を加算した制御量信号で駆動部を制御駆動する構成を有している。

【0035】

また本発明のヘッド位置決め制御装置は、推定速度補正手段が、速度検出手段による相対速度である検出速度が入力されたときのみ補正量を導出して、逆起電圧検出手段による推定速度の推定誤差を補正し、検出速度が入力されないときは前回の補正量によって逆起電圧検出手段による推定速度の推定誤差を補正する構成を有している。

#### 【0036】

また本発明のヘッド位置決め制御装置は、制御量信号が、位置制御手段の出力である位置制御信号と、推定制御手段の出力である速度制御信号と力外乱制御信号の和であり、かつ、位置制御信号は離散的な信号であって、速度制御信号と力外乱制御信号は位置制御信号が一定値である間も変化する連続信号もしくは高周波の離散的な信号となる構成を有している。

#### 【0037】

また本発明のヘッド位置決め制御装置は、速度検出手段が、ヘッドの位置信号を検出できるサンプリング時間ごとにヘッドの速度を検出あるいは推定し、推定速度補正手段はサンプリング時間の2分の1以下の時間ごとに逆起電圧検出手段による推定移動速度の推定誤差を補正する構成を有している。

#### 【0038】

また本発明のヘッド位置決め制御装置は、逆起電圧検出手段が、制御駆動電流に比例する制御電圧信号と、アクチュエータの速度に比例した真の逆起電圧信号およびアクチュエータの出力特性変動による発生する誤差分の逆起電圧信号の和の信号とを検出するためのダイナミックレンジの異なる複数のアナログデジタル変換器を有して、制御動作モードに応じて切り換えて逆起電圧を検出する構成を有している。

#### 【0039】

さらに、本発明のヘッド位置決め制御装置は、ディスク状の記録媒体に情報を記録し、記録媒体から情報を再生するヘッドと、アクチュエータによりヘッドを目標ヘッド位置に移動させるヘッド支持機構とを備えるディスク装置のヘッド位置決め制御装置において、ヘッドの位置決めを行う位置決め機構部と、ヘッド位置信号を検出し、目標ヘッド位置信号との差である位置誤差信号により位置制御

信号を出力し、位置誤差信号を積分した信号により位置誤差積分制御信号を出力する位置制御手段と、検出したヘッド位置信号により記録媒体との相対速度であるヘッドの速度を検出した検出速度信号あるいは推定した推定速度信号を出力する速度検出手段と、アクチュエータの駆動部の逆起電圧信号により絶対速度であるヘッドの移動速度を推定した推定移動速度信号を出力する逆起電圧検出手段と、ヘッド位置信号から検出した検出速度信号あるいは推定した推定速度信号により逆起電圧検出手段からの推定移動速度信号の推定誤差を補正して補正推定速度信号を出力する推定速度補正手段と、補正された補正推定速度信号をもとに速度制御信号を出力する推定制御手段とを有し、速度制御信号を位置制御信号に加算した制御量信号で駆動部を制御駆動する構成を有している。

#### 【0040】

これらの構成により、ヘッド位置決め制御装置の動作時、静止摩擦により、移動操作や、位置決めサーボ制御が影響を受け、位置決め精度が劣化したり、スピンドル振動や外部振動によって位置決め精度が劣化することに対し、摩擦や振動による外乱力を打ち消すために外乱力を推定し、ヘッド位置信号に対する推定器と、逆起電圧信号をもとに推定した移動速度信号による推定器が組み合わせて構成されているので、逆起電圧による推定移動速度を位置信号による推定速度で補正して、摩擦やFPC反力による外乱、さらにはスピンドル振動や外部からの振動外乱等の目標トラックに対する位置ずれは、逆起電圧検出手段と、推定速度補正手段と、推定制御手段で導出された力外乱制御信号と速度制御信号で高帯域制御が可能となるとともに、外乱の影響を直接抑制することが可能である。さらに、振動外乱による位置誤差の抑制および静止摩擦の影響を抑制することが可能になるために、ディスク装置の小型化にも対応できる。また、特別な製造方法、製造部品などは必要なく、したがって装置価格を上昇させることもほとんどなく、優れたヘッド位置決め制御装置を提供できるものである。

#### 【0041】

また、上記課題を解決するために、本発明のディスク装置は、情報の記録、再生を行うヘッドと、ヘッドを位置決めするためのサーボ情報が記録されたサーボ領域と、情報の記録再生または再生が行われるデータ領域とを交互に複数配置さ

れてなるトラックが、同心状に、あるいはスパイラル状に複数トラック形成されたディスク状の記録媒体と、ディスク状の記録媒体の中心を回転中心として保持し、ディスク状の記録媒体を回転制御する回転制御機構と、ヘッドを目標ヘッド位置に位置決め制御するヘッド位置決め制御装置とを具備し、ヘッド位置決め制御装置は、ヘッドの位置決めを行う位置決め機構部と、ヘッド位置信号を検出し位置制御信号を出力する位置制御手段と、ヘッド位置信号よりディスク状の記録媒体との相対速度であるヘッドの速度を検出した検出速度信号あるいは推定した推定速度信号を出力する速度検出手段と、位置決め機構部の駆動部の逆起電圧信号により絶対速度であるヘッドの移動速度を推定して推定移動速度信号を出力する逆起電圧検出手段と、ヘッド位置信号から検出した検出速度信号あるいは推定した推定速度信号により逆起電圧検出手段からの推定移動速度信号の推定誤差を補正して補正推定速度信号を出力する推定速度補正手段と、補正された補正推定速度信号をもとに速度制御信号を出力する推定制御手段とを有し、速度制御信号を位置制御信号に加算した制御信号で駆動部を制御駆動する構成を有している。

#### 【 0 0 4 2 】

この構成により、ディスク装置が備えるヘッド位置決め制御装置の動作時、逆起電圧信号による速度推定速度を、位置をもとにした速度で補正して、離散的な位置情報検出のサンプリング間においても速度フィードバック制御を可能にして、高帯域制御ができるようにしており、摩擦や F P C 反力、振動による位置誤差を抑制しながらヘッドをトラックに追従させることを可能にしたディスク装置を実現できる。また、振動外乱による位置誤差の抑制および静止摩擦の影響を抑制できることは、ディスク装置の小型化にも対応でき、特別な製造方法、製造部品を必要としないので、低価格で優れた性能と高い品質を有するディスク装置を提供できるものである。

#### 【 0 0 4 3 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明におけるヘッド位置決め制御装置およびディスク装置について、図面を参照して詳しく説明する。

#### 【 0 0 4 4 】

## (実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 におけるヘッド位置決め制御装置の構成を示すブロック図である。

## 【0045】

図 1 において、ディスク状記録媒体である磁気ディスク（以下簡単にディスクとも記す）7 は、その中心が回転中心として保持され、例えば、スピンドルモータのような回転制御機構により回転制御される。そして、ディスク 7 に情報を記録、再生するための磁気ヘッド（以下ヘッドと記す）12 が、ヘッドスライダ 13 の先端に一体的に形成されている。ヘッドスライダ 13 は、ヘッド支持機構 14 の先端に搭載され、ヘッド支持機構 14 は回転軸 140 を中心としてアクチュエータ 50 により駆動され、ヘッド 12 の移動操作を行う。アクチュエータ 50 は、ボイスコイルモータ（VCM とも記す）などの駆動手段により、ヘッド支持機構 14 先端のヘッド 12 を動かす。ヘッドスライダ 13、ヘッド支持機構 14、およびアクチュエータ 50 を併せて位置決め機構部 1 が構成され、位置決め機構部 1 は、目標ヘッド位置である目標トラックまで移動するシーク動作や、目標トラックに追従するフォローイング動作などの、ヘッド 12 の位置決め動作を行う。位置決め機構部 1 は、ヘッド 12 により再生されたディスク 7 に記録されているサーボ情報に基づいて、制御部 100 により位置決め制御される。

## 【0046】

次に、図中破線で囲んだ制御部 100 の位置決め制御の手順について説明する。制御部 100 は、ヘッド 12 がディスク 7 にあらかじめ記録されているサーボ情報から読み出したサーボ信号をもとにヘッドの現在ヘッド位置情報としての現在ヘッド位置信号（検出ヘッド位置信号でもある） $x$ を検出する。制御部 100 には、図 1 中で点線で示す基本制御部 200 を備えており、検出ヘッド位置信号  $x$  および目標ヘッド位置信号  $r$  が入力される。制御部 100 の制御手順の理解を深めるため、位置検出手段 2 と速度検出手段 3 とで構成されたこの基本制御部 200 に視点を置き、推定速度補正手段 5、および外乱等による影響を数式（運動方程式）でモデル化した制御対象 61 と変換手段 63 とを備える推定制御手段 6 をもって制御部 100 の構成の要部を図 2 にブロック図で示す。

## 【0047】

図2において、位置制御手段2では、ヘッド12からの現在ヘッド位置信号  $x$  は、所要のヘッド位置決め動作をさせるため指定された目標ヘッド位置情報としての目標ヘッド位置信号  $r$  と比較され、ヘッド12の現在ヘッド位置 ( $x$ ) と目標ヘッド位置 ( $r$ ) との位置誤差を示す位置誤差信号  $e$  が生成される。そして、位置制御手段2は、位置誤差信号  $e$  に位置誤差フィードバックゲイン  $K_p$  611 を乗じて位置制御信号  $U_x$  を出力する。

## 【0048】

次に、図2の速度検出手段3について今少し詳しく説明すると、速度検出手段3は、位置決め機構部1を数式(状態方程式)でモデル化した別の制御対象モデル62を備え、この制御対象モデル62へは、制御量信号  $U$  および、ヘッド位置を示す現在ヘッド位置信号(検出ヘッド位置信号)  $x$  と、制御対象モデル62からフィードバックされる推定ヘッド位置信号  $x_e$  との差の信号  $P_{ee}$  にゲイン  $K_e$  を乗じた信号が入力され、ヘッドのディスク状記録媒体に対する相対速度である推定速度信号  $V_e$  を出力する。すなわち、速度検出手段3は実際の制御対象と制御対象モデル62とのモデル誤差である  $P_{ee}$  を修正する。

## 【0049】

また、図2の速度検出手段3は、位置決め機構部1を数式(状態方程式)でモデル化した別の制御対象モデル62を備えているので、外乱による位置決め機構部1への影響を数式により推定して推定外乱  $F_e$  を求め、変換手段63で推定外乱  $F_e$  を推定力外乱  $F_{e2}$  に変換して制御対象61にフィードバックする。制御対象61は推定力外乱  $F_{e2}$  にゲイン  $K_e$  を乗じて補正された力外乱信号  $U_f$  を出力する。すなわち、制御対象モデル62とのモデル誤差を外乱として、制御対象モデル62からフィードバックされる推定力外乱  $F_{e2}$  を推定して、この推定力外乱  $F_{e2}$  を用いて、力の外乱による位置誤差を補償する。この状態方程式のもととなる運動方程式は、次に示す式(1)で表される。

## 【0050】



## 【数 1】

$$J\ddot{\theta} + F_d = F \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

但し、

$J$  : 慣性モーメント

$F_d$  : 摩擦力などのステップ形状の力・トルク外乱

$F$  : 入力トルク

## 【0051】

ここで、 $F_d$ には摩擦力を想定すれば、一定値としてステップ波形を仮定してモデル化した制御対象モデル 62 により、推定外乱  $F_e$  を求めることになる。

## 【0052】

図 3 は、図 1 においてアクチュエータ 50 が備える駆動手段となる VCM から制御電圧信号  $V_s$  が入力される逆起電圧検出手段 4 の構成を示したブロック図である。図 3 において、制御量信号  $U$  に比例した制御駆動電流が流れるように、アクチュエータ 50 のコイル 51 と直列に検出抵抗 52 を設け、その両端にドライバ 53 がその両端に電圧を加える。差動増幅器 54 と 57 よりヘッドの移動速度に比例した逆起電圧信号  $V_b$  を検出し、その信号に速度変換ゲイン  $K_b$  を乗じてヘッドの絶対速度となる推定移動速度信号  $V_{e2}$  に比例する電圧信号  $V$  を出力する。図 3 の逆起電圧検出手段 4 を構成している各抵抗 51, 52, 55, 56 の抵抗値は  $R_{56}/R_{55} = R_{51}/R_{52}$  となるように差動検出部 54 に並列に配設した  $R_{56}$  の値を調整する。

## 【0053】

ここで、推定速度信号  $V_e$  はディスク 7 に記録されているサーボ情報を再生したサーボ信号をもとに検出された離散的な現在ヘッド位置信号  $x$  より推定した値で離散的な信号である。また、推定移動速度信号  $V_{e2}$  はアクチュエータコイルの連続信号である逆起電圧信号より推定した値で連続信号もしくは  $V_e$  に比べて高周波の離散信号である。

## 【0054】

そこで、図 1 に示した推定速度補正手段 5 において、相対速度である推定速度

信号  $V_e$  と絶対速度となる推定移動速度信号  $V_{e2}$  が等しくなるように補正する。  
この操作は、ディスク装置におけるヘッド位置決め制御装置においては、ヘッドをディスク上のトラックに相対的に位置決めするために行われる。

#### 【 0 0 5 5 】

図 4 は、推定速度補正手段 5 の動作の詳細を説明する原理図である。図 4 において、まず相対速度である推定速度信号  $V_e$  と絶対速度となる推定移動速度信号  $V_{e2}$  の差 ( $V_e - V_{e2}$ ) を求める。これを相対速度である推定速度信号  $V_e$  の例えば 10 サンプル前までの値に対して 10 個の差を求め、その平均値を補正量信号  $V_{ed\_ave}$  とする。すなわち、この補正量信号  $V_{ed\_ave}$  がディスクからの位置信号を元にしたヘッドとディスクの相対速度である推定速度信号  $V_e$  と、逆起電圧検出手段による VCM の逆起電圧から求めた絶対速度となる推定移動速度信号  $V_{e2}$  との差、推定誤差に相当する。

#### 【 0 0 5 6 】

そして、現サンプルの推定移動速度信号  $V_{e2}$  に補正量信号  $V_{ed\_ave}$  を加算して補正推定速度信号  $V_{e2}'$  を求める。また、図 4 に示すように推定速度信号  $V_e$  の  $n$  と  $(n - 2)$  のサンプル間においては前回の補正量信号  $V_{ed}(n - 2)$  を用いて推定移動速度信号  $V_{e2}(n - 1)$  を補正して補正推定速度信号  $V_{e2}'(n - 1)$  を求める。

#### 【 0 0 5 7 】

続いて、図 5 は、推定速度補正手段 5 の別の動作の詳細を説明する原理図である。図 5 において、検出ヘッド位置  $x$  と推定ヘッド移動位置  $x_{e2}$  との差 ( $x - x_{e2}$ ) を求める。 $x_{e2}$  は推定移動速度信号  $V_{e2}$  を積分した値である。これを相対速度である推定速度信号の 10 サンプル前までの値に対して 10 個の差を求め、その平均値を補正量  $x_{ed\_ave}$  とする。すなわち、この補正量  $x_{ed\_ave}$  をサンプル時間  $T_s$  で除した値  $x_{ed\_ave} / T_s$  がディスクからのヘッド位置信号を元にしたヘッドとディスクの相対速度である推定速度信号  $V_e$  と、逆起電圧検出手段による VCM の逆起電圧から求めた絶対速度となる推定移動速度信号  $V_{e2}$  との差、推定誤差に相当する。

#### 【 0 0 5 8 】

そして、現サンプリングの推定移動速度信号  $V_{e2}$  に補正量  $x_{ed\_ave}/T_s$  を加算して補正推定速度  $V_{e2}'$  を求める。また、図 5 に示すように推定速度信号  $V_e$  の  $n$  と  $(n-2)$  のサンプリング間においては前回の補正量  $V_{ed}(n-2)$  を用いて推定移動速度信号  $V_{e2}(n-1)$  を補正して  $V_{e2}'(n-1)$  を求める。

#### 【0059】

なお、図 1 の右側部分に示したように、現サンプリングにおける検出ヘッド位置  $x_n(n)$  と前のサンプリングでの検出ヘッド位置  $x_n(n-1)$  との差分により、逆変換して検出速度  $v$  を求めることができる。この検出速度  $v$  を先の相対速度である推定速度信号  $V_e$  の代わりに推定速度補正手段 5 へ入力することにより、補正推定速度  $V_{e2}'$  を求める。

#### 【0060】

次に、図 1 に示した推定制御手段 6 の機能および動作について、図 6 ～図 8 を参照して説明する。

#### 【0061】

図 6 は、推定制御手段 6 の構成を示すブロック図である。図 6 において、推定制御手段 6 は補正推定速度信号  $V_{e2}'$  と制御量信号  $U$  を入力信号として、力外乱制御信号  $U_f$  を出力する。そして、補正推定速度信号  $V_{e2}'$  に速度フィードバックゲイン  $K_v$  を乗じて速度制御信号  $U_v$  を出力する構成を備えている。

#### 【0062】

次に、推定制御手段 6 で補正推定速度信号  $V_{e2}'$  と制御信号  $u$  を入力し、力外乱制御信号  $U_f$  を出力する方法、すなわち、力外乱推定の方法について図 7 に示した構成のブロック図で説明する。図 7 において、破線で示したブロックは数式（運動方程式）でモデル化された制御対象 61 である。この数式でモデル化された制御対象 61 に入力された補正推定速度信号  $V_{e2}'$  と制御信号  $U$  が力外乱制御信号  $U_f$  に変換される手順は次のように説明できる。

#### 【0063】

まず、制御量信号  $U$  にアクチュエータのトルク定数 ( $K_t$ )、制御量信号を駆動電流に変換する AD 変換定数 ( $k_{ad}$ ) を乗じてヘッドに加えられた力の信号  $U_1$  を求める。また、補正推定速度  $V_{e2}'$  に慣性 ( $J$ ) / ヘッドアクチュエータ長

(L) の値、位置信号を検出するときの DA 変換定数 ( $k_{da}$ ) を乗じてヘッドに実際に加えられた力の信号  $U_2$  を求める。次に、これら 2 つの信号  $U_1$  と  $U_2$  を加算した和の信号を図 7 中に点線で示した安定化用 1 次のローパスフィルタ (LPF) を通過させて、その LPF を通過してきた信号からヘッドに実際に加えられた力  $U_2$  を減算することによって、ヘッド、位置決め機構 1 に加わった力外乱を推定することができる。この推定力外乱値  $F_{e2}$  に、先に乗じたトルク定数と AD 変換定数の逆数 ( $1 / (K_t \cdot k_{ad})$ ) を乗じて制御信号の次元に変換して力外乱制御信号  $U_f$  を求める。

#### 【0064】

この速度制御信号  $U_v$  と力外乱制御信号  $U_f$  は、図 1 に示すように位置制御信号  $U_x$  と加算されて制御量信号  $U$  が求められ、位置決め機構 1 のアクチュエータ 50 へ出力される。この制御量信号  $U$  によってアクチュエータ 50 が制御駆動され、ヘッド 12 がディスク 7 の目標トラックに位置決め制御される。図 8 は、この制御動作の手順の詳細を説明する原理図である。位置制御手段 2 から出力される離散的な信号である位置制御信号  $U_x$  と、推定制御手段 6 から出力されるほぼ連続的な 2 つの信号、速度制御信号  $U_v$  および力外乱制御信号  $U_f$  をそれぞれサンプリングし、加算して ( $U_x + (U_v + U_f)$ ) を求め制御量信号  $U$  とする。位置制御信号  $U_x$  の  $n$  と ( $n-2$ ) のサンプリング間においては前回の位置制御信号  $U_x$  ( $n-2$ ) を用いて ( $U_v + U_f$  ( $n-1$ )) との和を求めて  $U$  ( $n-1$ ) とする。

#### 【0065】

また、ヘッド位置決め制御装置は、その動作に応じて 5 つの制御動作モードを有している。すなわち、(1) ヘッドをディスク上に移動させるロード制御、(2) ヘッドをディスク上から待避させるアンロード制御、(3) 2 トラック以上の大ストロークを移動するシーク制御、(4) 2 トラック以内の移動のセトリング制御、(5) ヘッドを目標トラックに追従させるフォローイング制御である。

#### 【0066】

これらの各制御動作モードに応じて、制御量信号  $U$  に対応する制御駆動電流に比例するアクチュエータ 50 からの制御電圧信号  $V_s$  により逆起電圧検出手段 4 において逆起電圧  $V_b$  を求める方法を説明する。図 9 は、図 1 における逆起電圧

検出手段 4 の構成を示した図 3 にアナログデジタル変換器（以下 A/D 変換器と記す）58 を追加している。

#### 【0067】

図 9 において、図 3 で説明したのと同様に検出した逆起電圧信号  $V_b$  に速度変換ゲイン  $K_b$  を乗じて求めた電圧信号  $V$  を、アナログデジタル変換（以下 A/D 変換と記す）した信号が推定移動速度  $V_{e2}$  であり、図 1、図 5 に示した推定速度補正手段 5 に入力される。ここで、A/D 変換される電圧信号  $V$  もしくは、推定速度の  $V_e$ 、あるいは各制御動作モードに対応する制御モード信号  $C_m$  に応じて、A/D 変換の最大値を決定する。例えば、シーク動作による大きなヘッド移動の場合、検出した推定速度  $V_e$  もしくは逆起電圧信号  $V_b$  の大きさに応じて最大値を切り換えるか、あるいは、図 9 には A/D 変換器を 1 個しか示していないが、A/D 変換器を複数個準備して A/D 変換値が最大となるように切り換える。これにより、最適なダイナミックレンジをとることができるため、逆起電圧信号  $V_b$  を高精度に検出することが可能となり、結果として高精度な速度推定が実現できる。

#### 【0068】

図 3、図 9 において、 $R_{51}$  は VCM コイルの抵抗であり、以下に示すように温度依存パラメータ成分を含み、温度により変化する。

#### 【0069】

$$R_{51} = R_{VCM} + \Delta R$$

ただし、 $R_{VCM}$  は真の VCM 抵抗であり、 $\Delta R$  は温度による抵抗の変化分（雰囲気環境および駆動電流によるコイルの温度変化）である。

#### 【0070】

また、検出抵抗  $R_{52}$  は、次に示す関係があるとする。

#### 【0071】

$$R_{52} = R_{55} = R_{VCM}$$

ここで、可変抵抗  $R_{56}$  を

$$R_{56} = R_{51} = R_{VCM}$$

となるように調整する。そして、VCM コイルの逆起電圧による変化分を差動増幅器 57 で検出する。これが上述した逆起電圧信号  $V_b$  となる。

## 【 0 0 7 2 】

ここでは、 $R_{VCM}$ による逆起電圧を真の逆起電圧信号、温度変化による抵抗変化分 $\Delta R$ による逆起電圧を誤差分の逆起電圧信号として取り扱う。

## 【 0 0 7 3 】

本発明の実施の形態 1 におけるヘッド位置決め制御装置では、上記の 5 つの制御動作モードのうち (1) のロード制御および (2) のアンロード制御に主点をおいて説明してきたが、(3) のシーク制御、(4) のセtring制御、(5) のフォローイング制御にも適応できるものである。

## 【 0 0 7 4 】

例えば図 1 0 は、上記 (5) のフォローイング制御と (3) のシークあるいは (4) のセtring制御とでコントローラを切り換える場合に、(4) のセtring制御する場合のヘッド位置決め制御装置の構成を示すブロック図である。上述の逆起電圧信号により求めた推定移動速度 $V_{e2}$ を図 1 における逆起電圧検出手段 4 からの信号によらず、速度検出手段 3 からの直流の力外乱 $F_e$ に力外乱量フィードフォワードゲイン $K_d$ を乗じて力外乱制御信号 $U_f$ を求めるフォローイング制御でのみ使用し、速度制御信号 $U_v$ も推定速度補正手段 5、推定制御手段 6 を用いず、ただ推定速度信号 $V_e$ に速度フィードバックゲイン $K_v$ を乗じて算出している。

## 【 0 0 7 5 】

以上説明してきた本発明の実施の形態 1 におけるヘッド位置決め制御装置の構成においては、静止摩擦により、移動操作や、位置決めサーボ制御が影響を受け、位置決め精度が劣化したり、スピンドル振動や外部振動によって位置決め精度が劣化することに対し、摩擦や振動による外乱力を打ち消すために、外乱力を推定しており、また、このような機能を実現するため、ヘッド位置信号に対する推定器と、逆起電圧信号をもとに推定した速度信号による推定器が組み合わせて構成されていて、逆起電圧による推定速度を位置信号による推定速度で補正することができるので、摩擦や F P C 反力による外乱、さらにはスピンドル振動や外部からの振動外乱を受けた場合、外乱による目標トラックに対する位置ずれは、逆起電圧検出手段 4 と、推定速度補正手段 5 と、推定制御手段 6 で導出された力外

乱制御信号  $U_f$  と速度制御信号  $U_v$  で高帯域制御が可能となるとともに、外乱の影響を直接抑制することが可能である。

【0076】

さらに、本発明の実施の形態1におけるヘッド位置決め制御装置では、振動外乱による位置誤差の抑制および静止摩擦の影響を抑制することが可能になるために、ディスク装置の小型化にも対応できる。また、特別な製造方法、製造部品などは必要なく、したがって装置価格を上昇させることもほとんどなく、優れたヘッド位置決め制御装置を提供できるものである。

【0077】

(実施の形態2)

図11は、本発明の実施の形態2におけるヘッド位置決め制御装置の構成を示すブロック図である。

【0078】

図11において、破線で囲んだ制御部102に概略的に示したヘッド位置決め制御装置の機構的な構成については、実施の形態1と同様のため、ここでは重複を避けるため、ヘッド位置決め制御装置の機構的な説明は省略する。また、実施の形態1と同じ構成要素については、図1と同じ符号を付している。

【0079】

しかしながら、制御部102が備える基本制御部202は、図1に示した本発明の実施の形態1における基本制御部200と異なり、速度検出手段3を備えておらず、推定速度補正手段5には検出ヘッド位置信号  $x$  がそのまま入力されている。また、VCM等の駆動手段からなるアクチュエータ50からの連続（アナログ）信号は、推定速度補正手段が検出ヘッド位置信号  $x$  と、逆起電圧検出手段による絶対速度の推定移動速度信号  $V_{e2}$  と、推定移動速度信号  $V_{e2}$  を積分した推定ヘッド移動位置信号  $x_{e2}$  を入力信号として検出ヘッド位置信号  $x$  と推定ヘッド移動位置信号  $x_{e2}$  の差より補正量を求め、その補正量で推定速度信号  $V_{e2}$  を補正して補正推定速度信号  $V_{e2}'$  を出力している構成も、実施の形態1と異なっている。この後、補正推定速度信号  $V_{e2}'$  が入力された推定制御手段6からの速度制御信号  $U_v$  と力外乱制御信号  $U_f$  および、基本制御部202の位置制御手段2からの

位置制御信号  $U_x$  を加算して制御量  $U$  を求める方法は、実施の形態 1 で説明した内容と同様である。

#### 【0080】

本発明の実施の形態 2 におけるヘッド位置決め装置では、主に静止摩擦により、移動操作や、位置決めサーボ制御が影響を受け、位置決め精度が劣化したり、スピンドル振動や外部振動によって位置決め精度が劣化することに対して、摩擦や振動による外乱力を打ち消すために、上述した構成により外乱力を推定している。また、このような機能を実現するため、ヘッド位置信号に対する推定器と、逆起電圧信号をもとに推定した速度信号による推定器が組み合わせて構成されていて、逆起電圧による推定速度を、逆起電圧による推定ヘッド位置信号とヘッドによる検出ヘッド位置信号で補正するようにしているのである。

#### 【0081】

以上説明したように、本発明の実施の形態 2 におけるヘッド位置決め装置では、摩擦や F P C 反力による外乱、さらにはスピンドル振動や外部からの振動外乱を受けた場合、外乱による目標トラックに対する位置ずれは、逆起電圧検出手段 4 と、推定速度補正手段 5 と、推定制御手段 6 で導出された力外乱制御信号  $U_f$  と速度制御信号  $U_v$  で高帯域制御が可能となるとともに、外乱の影響を直接抑制することが可能である。

#### 【0082】

さらに、実施の形態 1 におけるヘッド位置決め装置と同様に、振動外乱による位置誤差の抑制および静止摩擦の影響を抑制することが可能になるために、ディスク装置の小型化にも対応できる。また、特別な製造方法、製造部品などは必要なく、装置価格の上昇を招くこともない。

#### 【0083】

(実施の形態 3)

図 12 は、本発明の実施の形態 3 におけるヘッド位置決め制御装置の構成を示すブロック図である。

#### 【0084】

図 12 において、破線で囲んだ制御部 103 に概略的に示したヘッド位置決め



制御装置の機構的な構成については、実施の形態 1, 2 と同様のため、ここでは重複を避けるため、ヘッド位置決め制御装置の機構的な説明は省略する。また、実施の形態 1 と同じ構成要素については、図 1 と同じ符号を付している。

#### 【0085】

そして、制御部 103 が備える基本制御部 203 は、図 1 に示した本発明の実施の形態 1 における基本制御部 200 とほとんど同じ構成であるが、推定制御手段 6 が補正推定速度のみを入力信号とし、制御量信号  $U$  を入力しないで、補正推定速度  $V_{e2}$  ' に速度フィードバックゲイン  $K_v$  を乗じて速度制御信号  $U_v$  を出力しているところは、実施の形態 1 におけるヘッド位置決め装置の構成とは異なっている。

#### 【0086】

また、基本制御部 203 が備える位置制御手段 2 が、検出ヘッド位置信号  $x$  と目標ヘッド位置信号  $r$  との差である位置誤差信号  $e$  に位置誤差フィードバックゲイン  $K_p$  を乗じて位置制御信号  $U_x$  を出力するとともに、位置誤差信号  $e$  を積分した信号に位置誤差積分フィードバックゲイン  $K_i$  を乗じて位置誤差積分制御信号  $U_i$  を出力しているところが、実施の形態 1 と異なっている。それゆえ、力外乱制御信号  $U_f$  を用いずに、推定制御手段 6 からの速度制御信号  $U_v$  と基本制御部 203 からの位置制御信号  $U_x$ 、を加算して制御量  $U$  を求めることになる。

#### 【0087】

本発明の実施の形態 3 におけるヘッド位置決め装置では、このような静止摩擦により、移動操作や、位置決めサーボ制御が影響を受け、位置決め精度が劣化したり、スピンドル振動や外部振動によって位置決め精度が劣化することに対して、上述した構成により推定速度によるフィードバックで高帯域化を図っている。また、摩擦や振動による外乱力を打ち消すために、積分補償を行っている。また、このような機能を実現するため、位置信号に対する推定器と、逆起電圧信号をもとに推定した速度信号による推定器が組み合わせて構成されていて、逆起電圧による絶対速度の推定速度を、ヘッド位置信号をもとにした相対速度の推定速度で補正するようにしているのである。

#### 【0088】

以上説明したように、本発明の実施の形態3におけるヘッド位置決め装置では、摩擦やFPC反力による外乱、さらにはスピンドル振動や外部からの振動外乱を受けた場合、外乱による目標トラックに対する位置ずれは、逆起電圧検出手段4と、推定速度補正手段5と、推定制御手段6で導出された力外乱制御信号 $U_f$ と速度制御信号 $U_v$ で高帯域制御が可能となるとともに、外乱の影響を直接抑制することが可能である。

#### 【0089】

さらに、実施の形態1, 2におけるヘッド位置決め装置と同様に、振動外乱による位置誤差の抑制および静止摩擦の影響を抑制することが可能になるために、ディスク装置の小型化にも対応できる。また、特別な製造方法、製造部品などは必要なく、装置価格の上昇を招くこともない。

#### 【0090】

なお、本発明の実施の形態では、補正量を絶対推定速度と相対推定速度との差より導出したが、その比を求めて導出しても同様の効果が得られる。

#### 【0091】

また、補正量は、10回の測定の平均値を取っているが、他の回数でも同様の効果が得られる。

#### 【0092】

また、相対推定速度のサンプリングを位置情報サンプリングの2倍としたが、1倍もしくは3倍以上であってもよい。

#### 【0093】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、ヘッド位置決め制御装置における軸受部の静止摩擦によるヘッド位置決め動作への影響と、スピンドル振動や外乱振動による位置決め動作への影響を抑制するため、位置信号をもとに摩擦、バイアス力を推定し、アクチュエータの逆起電圧による推定移動速度信号をもとに振動外乱を推定するとともに、位置信号による推定速度信号値で逆起電圧による推定移動速度信号値を補正して高精度な推定を実現しているので、振動や静止摩擦によるヘッド位置決め動作への影響を受けず、安定な動作で位置決めサーボ制御ができると

いう優れた効果を有するヘッド位置決め制御装置およびこれを用いるディスク装置を提供することができる。

**【図面の簡単な説明】**

**【図 1】**

本発明の実施の形態 1 におけるヘッド位置決め制御装置の構成を示すブロック図

**【図 2】**

本発明の実施の形態 1 における基本制御部の構成を示すブロック図

**【図 3】**

本発明の実施の形態 1 における逆起電圧検出手段の構成を示す回路図

**【図 4】**

本発明の実施の形態 1 における推定速度補正手段の動作を説明する原理図

**【図 5】**

本発明の実施の形態 1 における推定速度補正手段の別の動作を説明する原理図

**【図 6】**

本発明の実施の形態 1 における推定制御手段の構成を示すブロック図

**【図 7】**

本発明の実施の形態 1 における推定制御手段の構成の詳細を示すブロック図

**【図 8】**

本発明の実施の形態 1 における推定制御手段の動作を説明する原理図

**【図 9】**

本発明の実施の形態 1 における逆起電圧検出手段の別の構成を示す回路図

**【図 1 0】**

本発明の実施の形態 1 におけるヘッド位置決め制御装置のセトリング制御時の構成を説明するブロック図

**【図 1 1】**

本発明の実施の形態 2 におけるヘッド位置決め制御装置の構成を示すブロック図

**【図 1 2】**

本発明の実施の形態 3 におけるヘッド位置決め制御装置の構成を示すブロック

図

【図 1 3】

従来のディスク装置のヘッド位置決め制御装置の動作を説明する原理図

【図 1 4】

従来のディスク装置のヘッド位置決め制御装置の別の例における構成を示すブロック図

【図 1 5】

従来のディスク装置のヘッド位置決め制御装置の他の例における動作を説明する流れ図

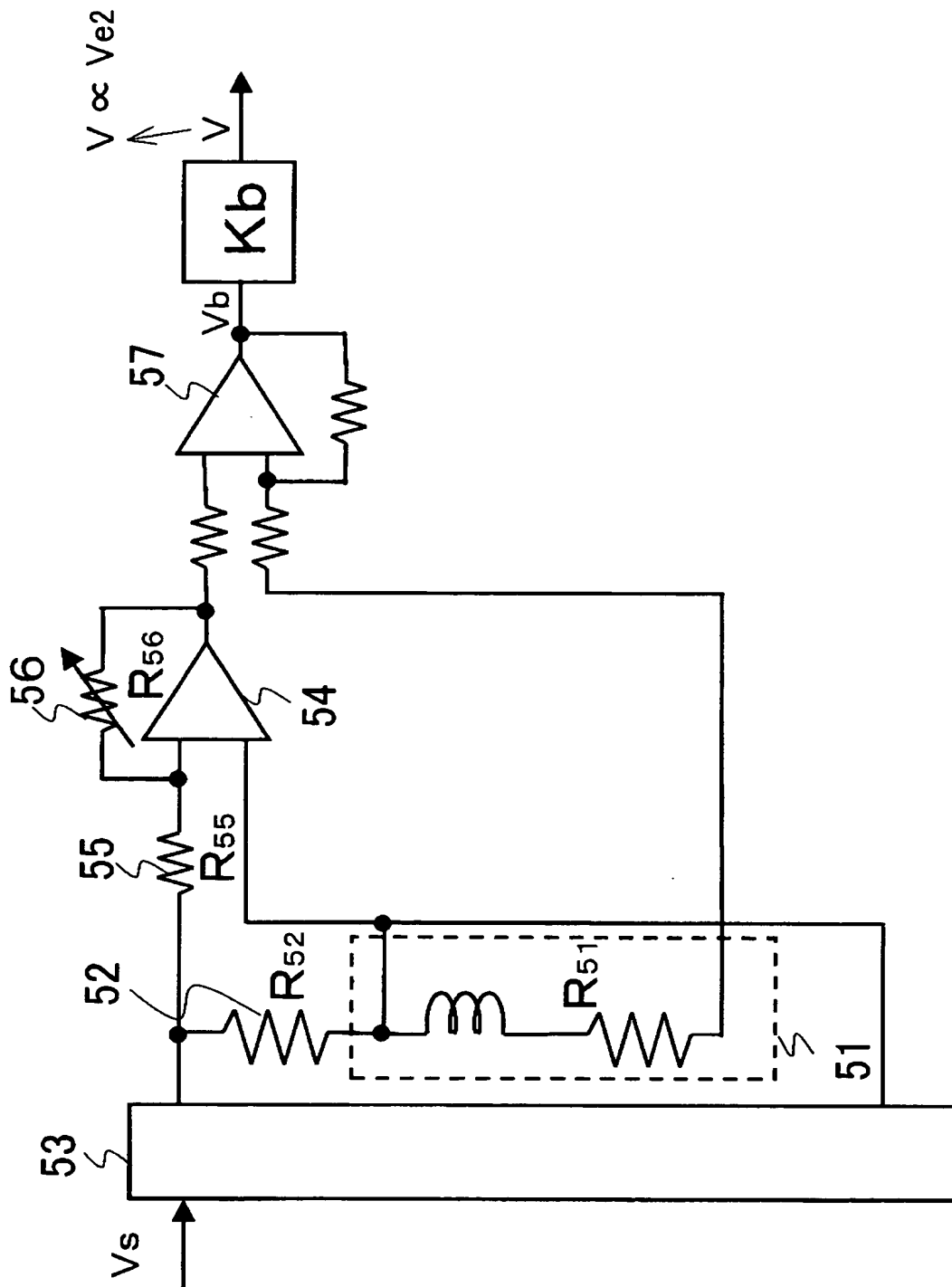
【符号の説明】

- 1 位置決め機構部
- 2 位置制御手段
- 3 速度検出手段
- 4 逆起電圧検出手段
- 5 推定速度補正手段
- 6 推定制御手段
- 1 2 ヘッド
- 1 3 ヘッドスライダ
- 1 4 ヘッド支持機構
- 5 0 アクチュエータ
- 6 1 制御対象
- 6 2 制御対象モデル
- 6 3 変換手段
- 1 0 0, 1 0 2, 1 0 3 制御部
- 2 0 0, 2 0 2, 2 0 3 基本制御部

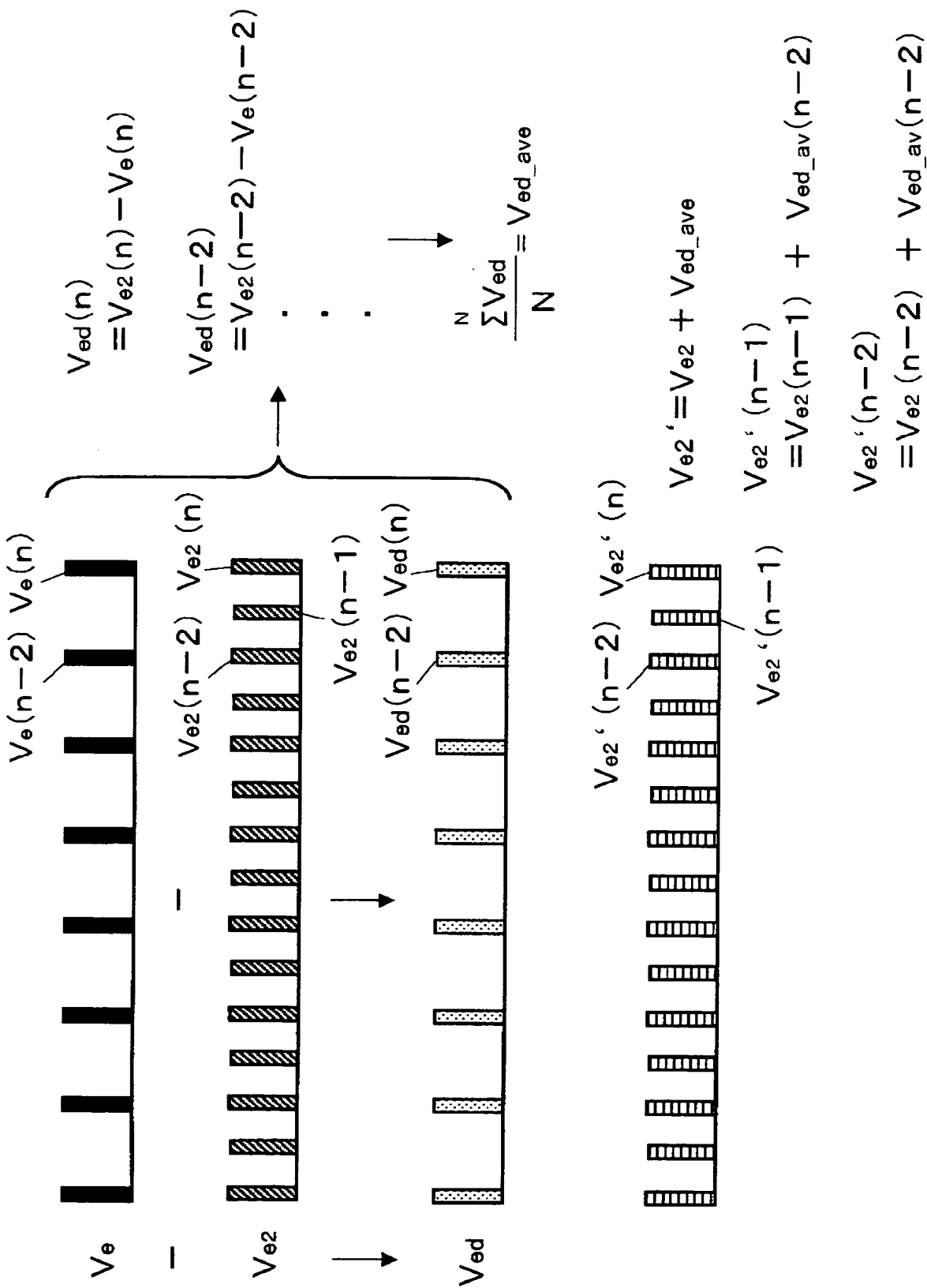




【図 3】

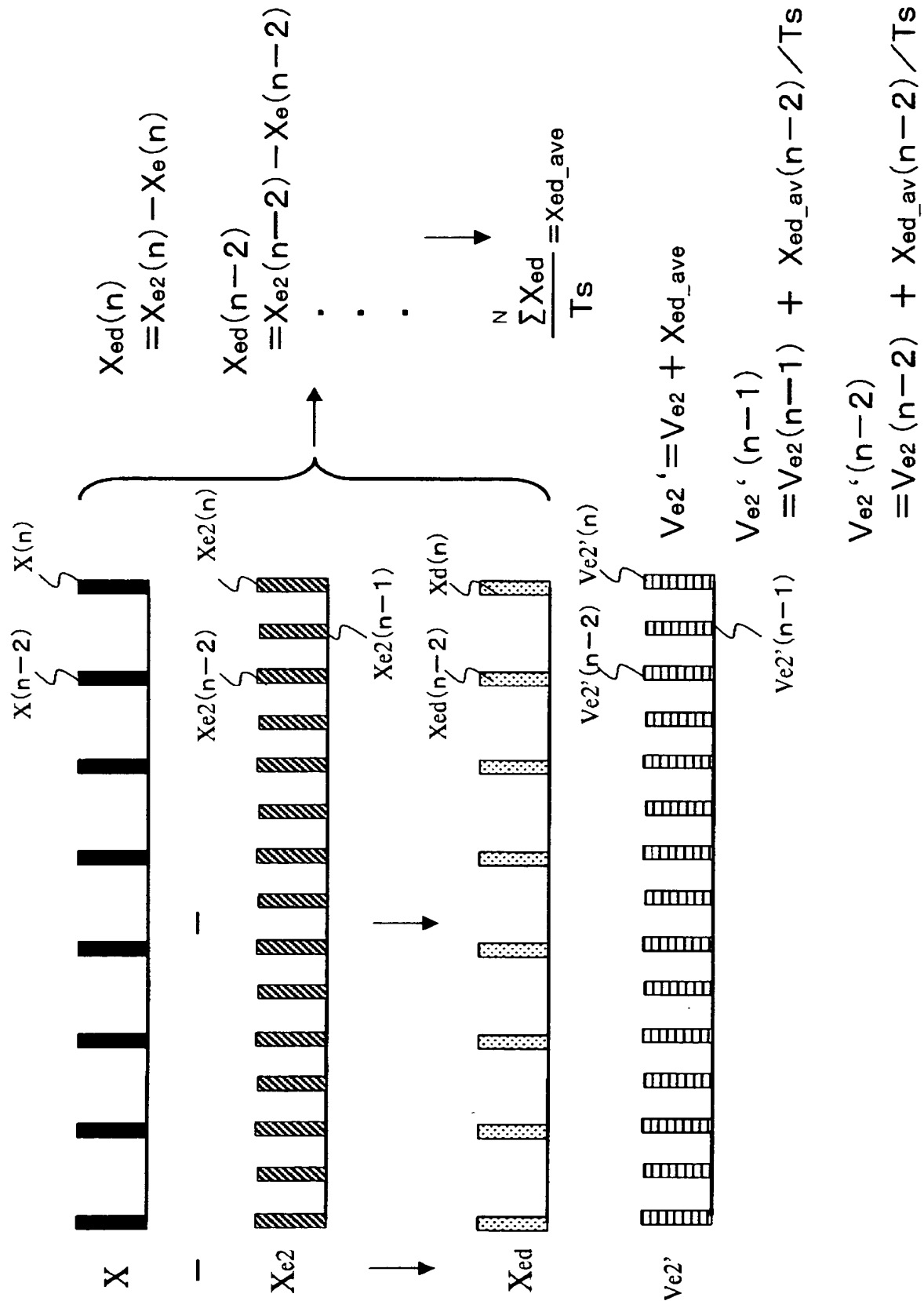


【図 4】

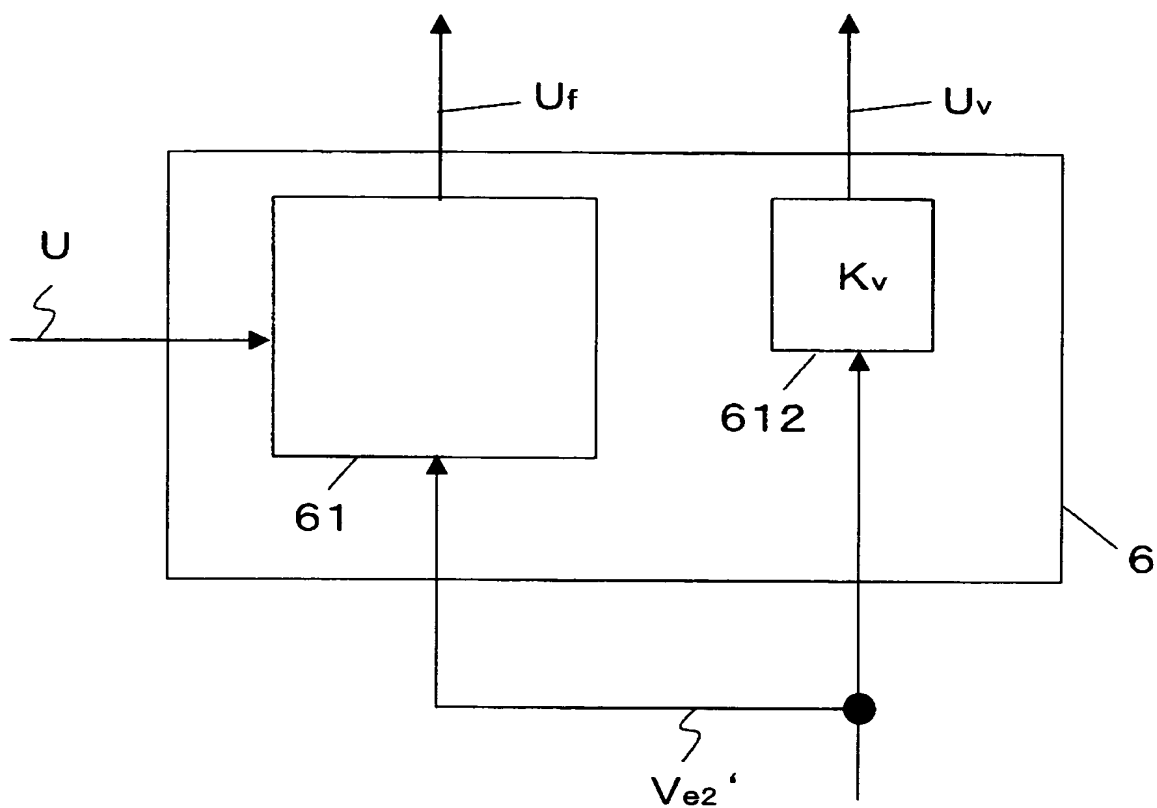




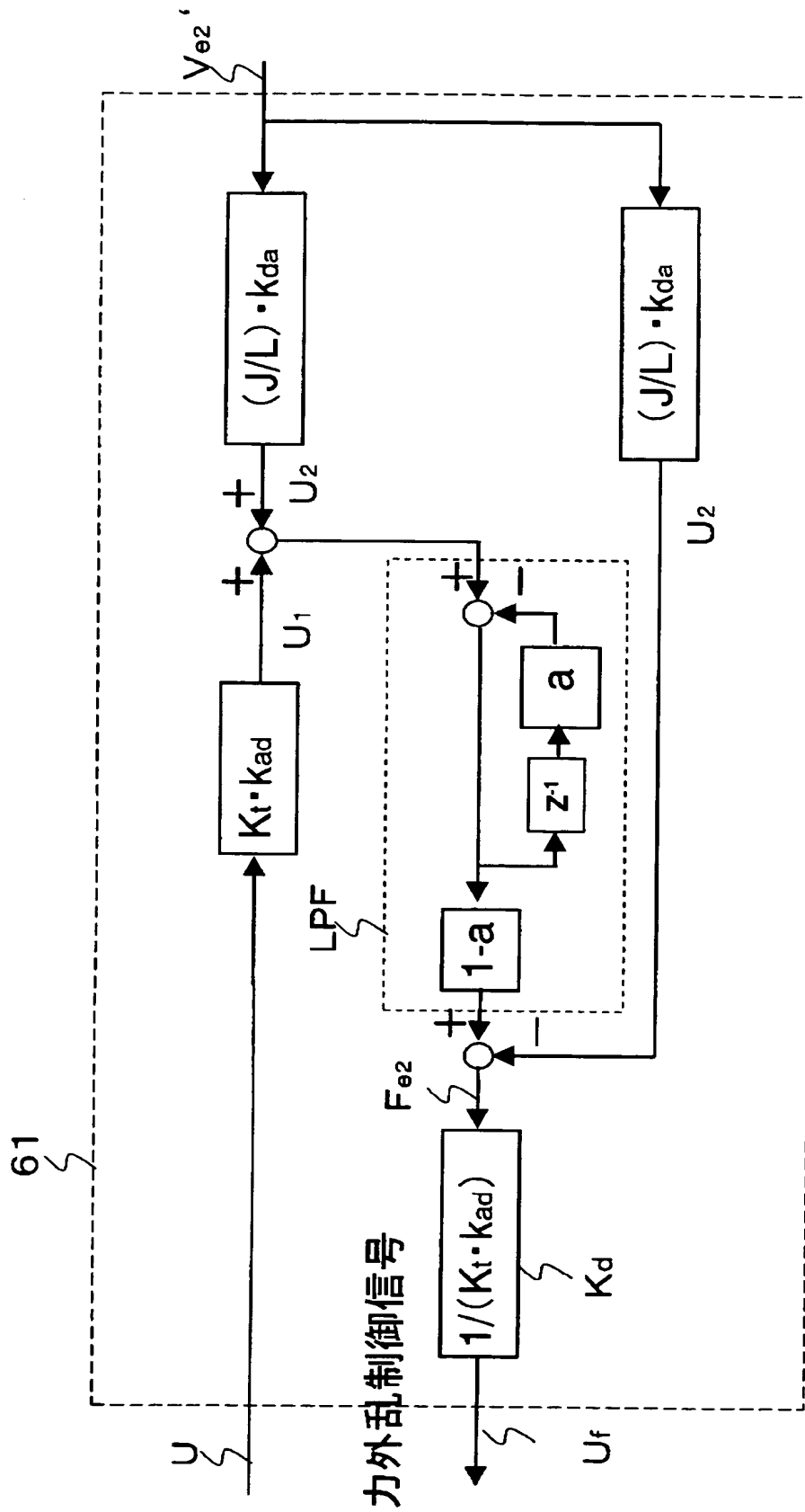
【図 5】



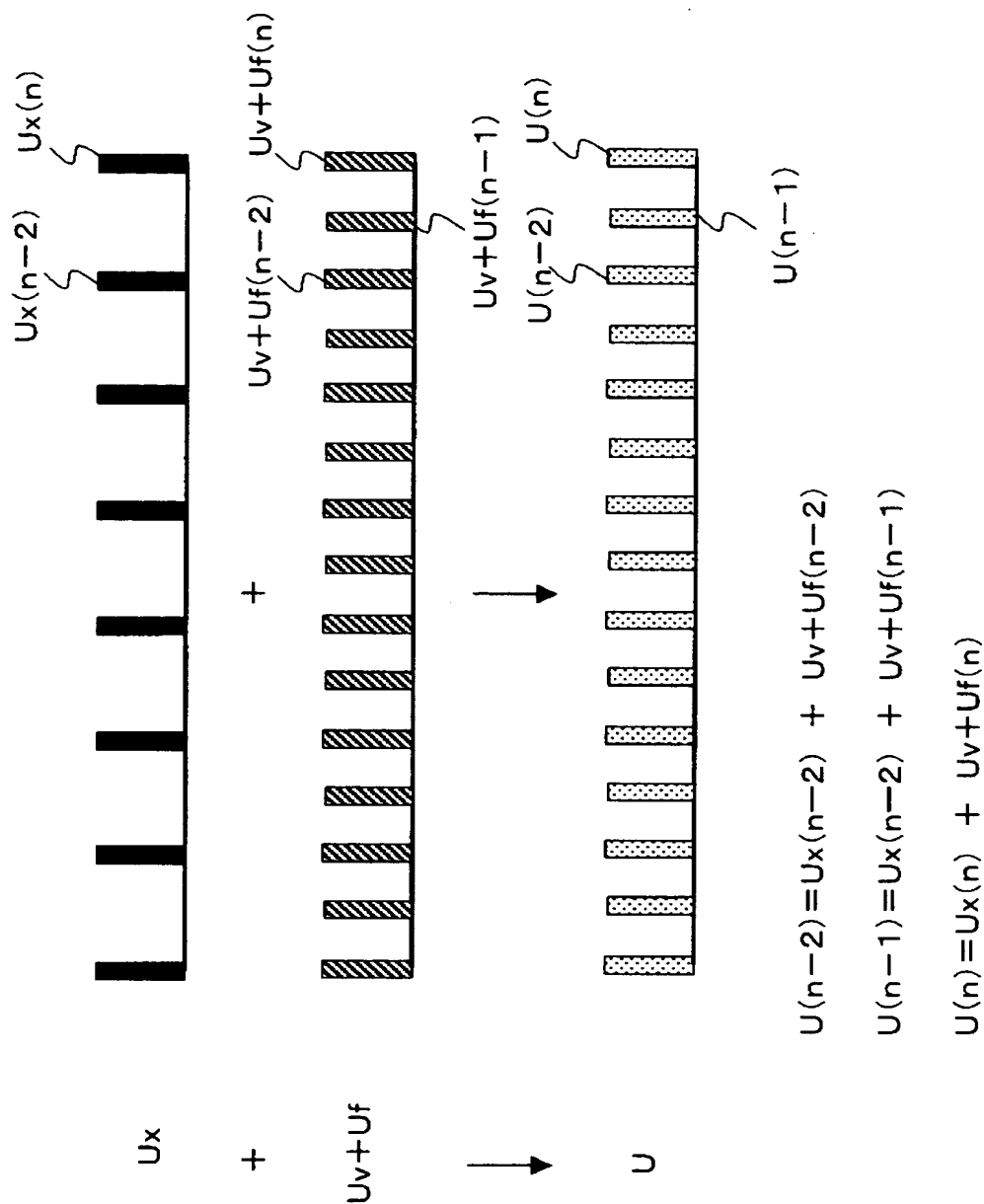
【図 6】



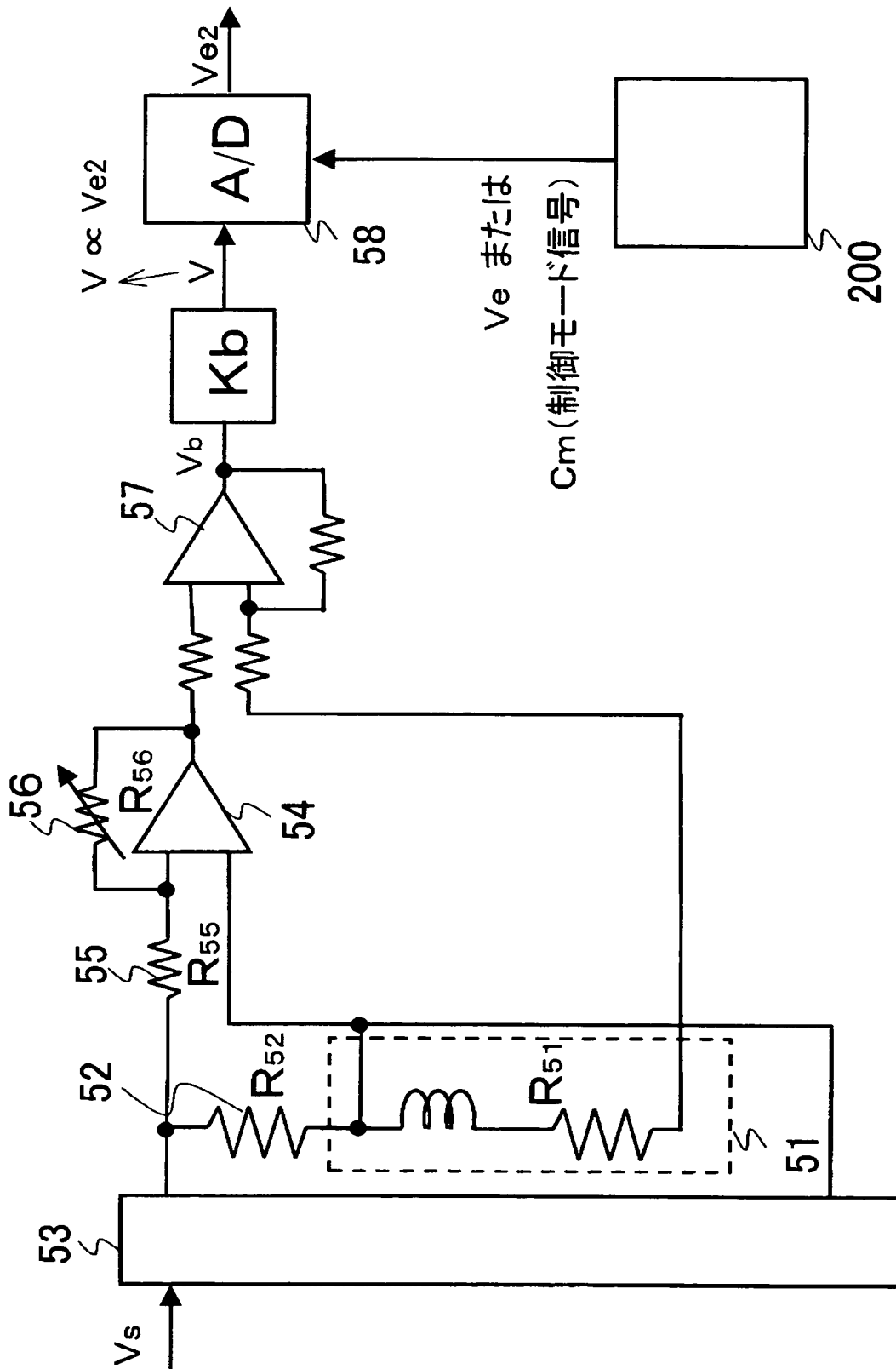
【図 7】



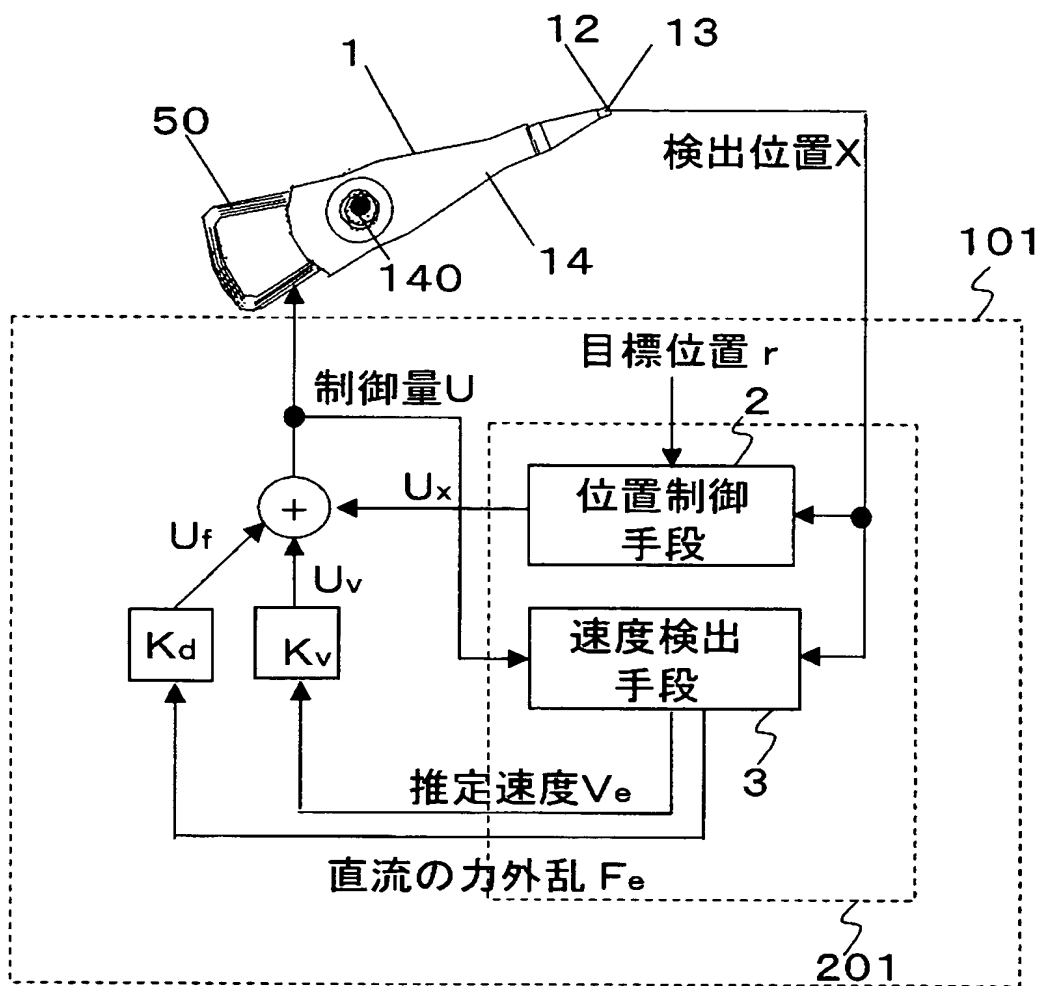
【図 8】



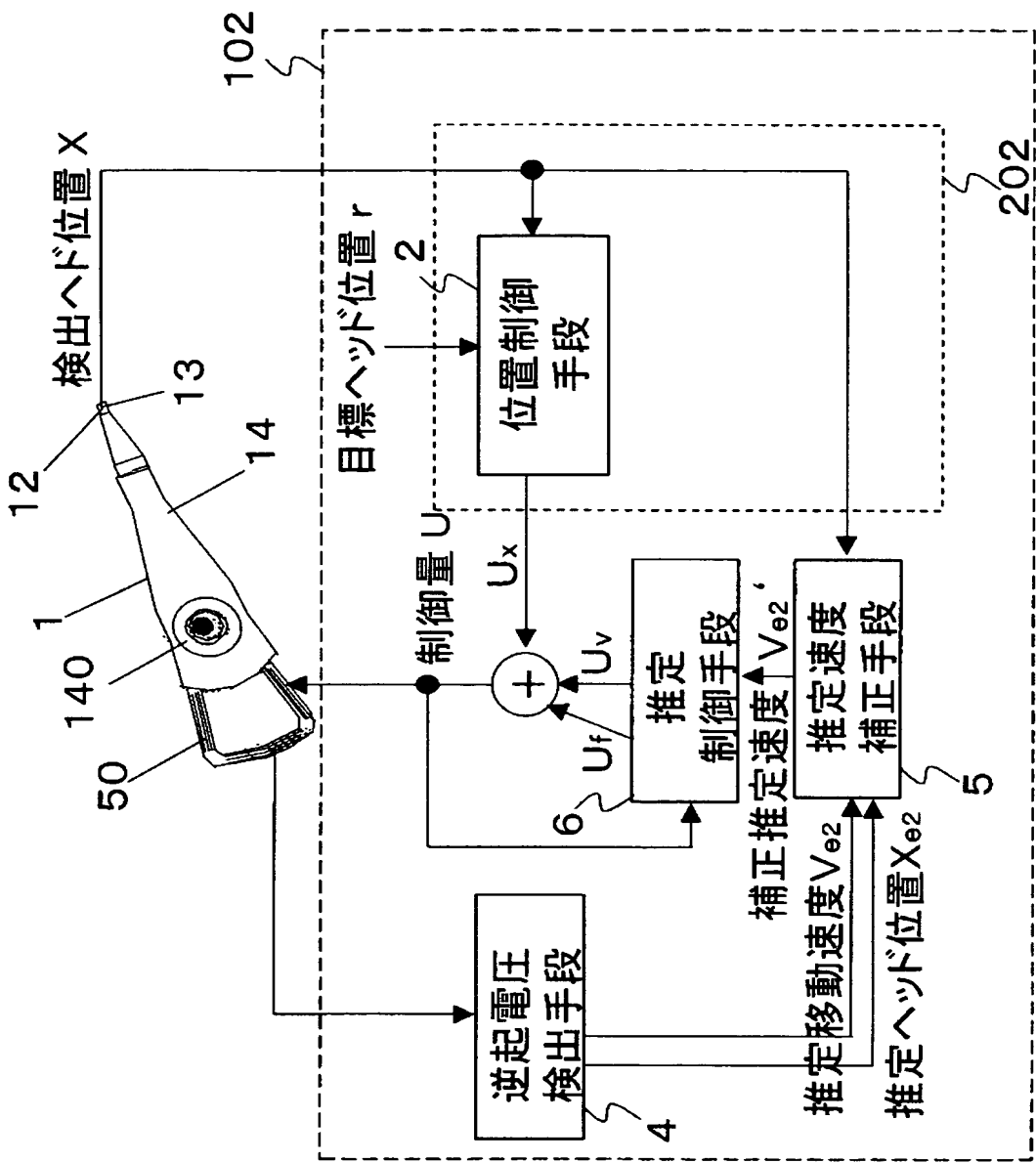
【図 9】



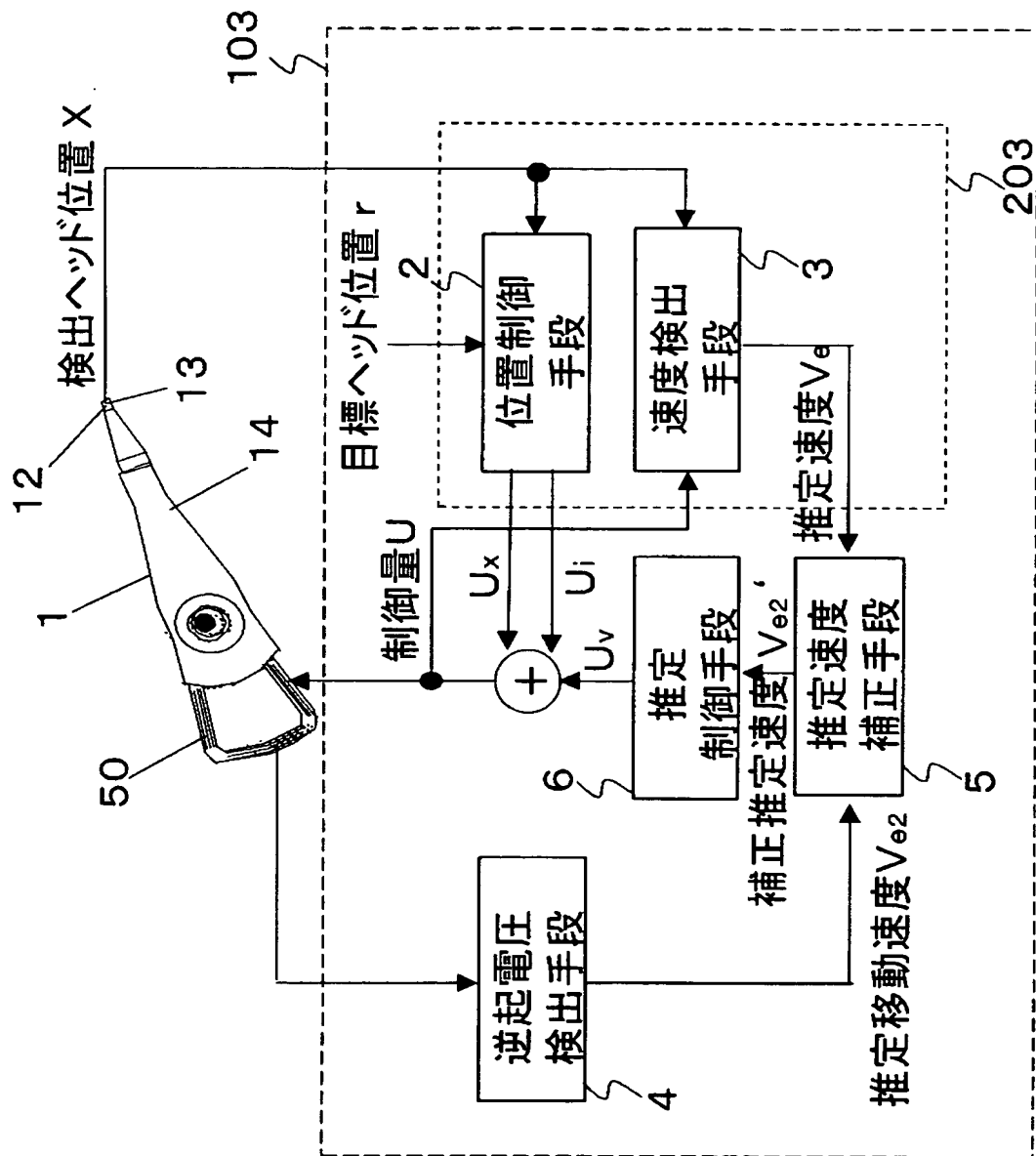
【図 10】



【図 11】

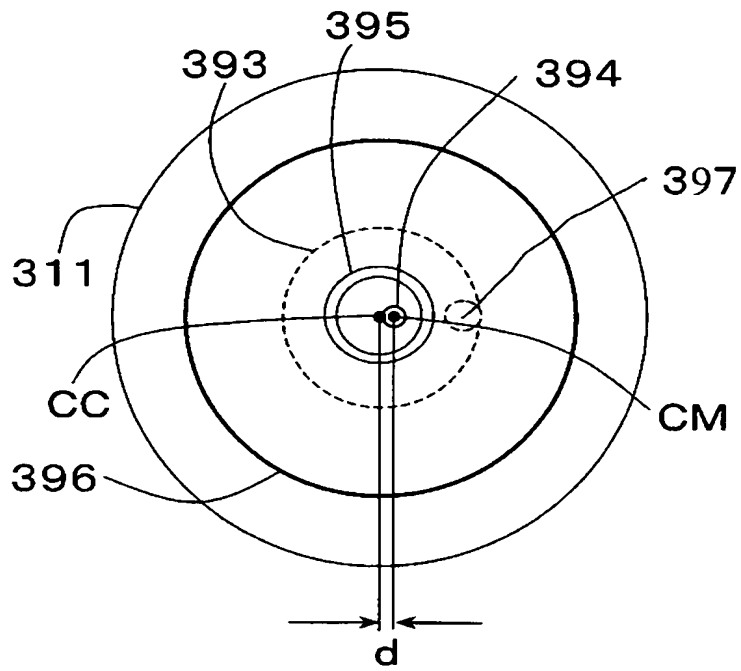


【図 12】

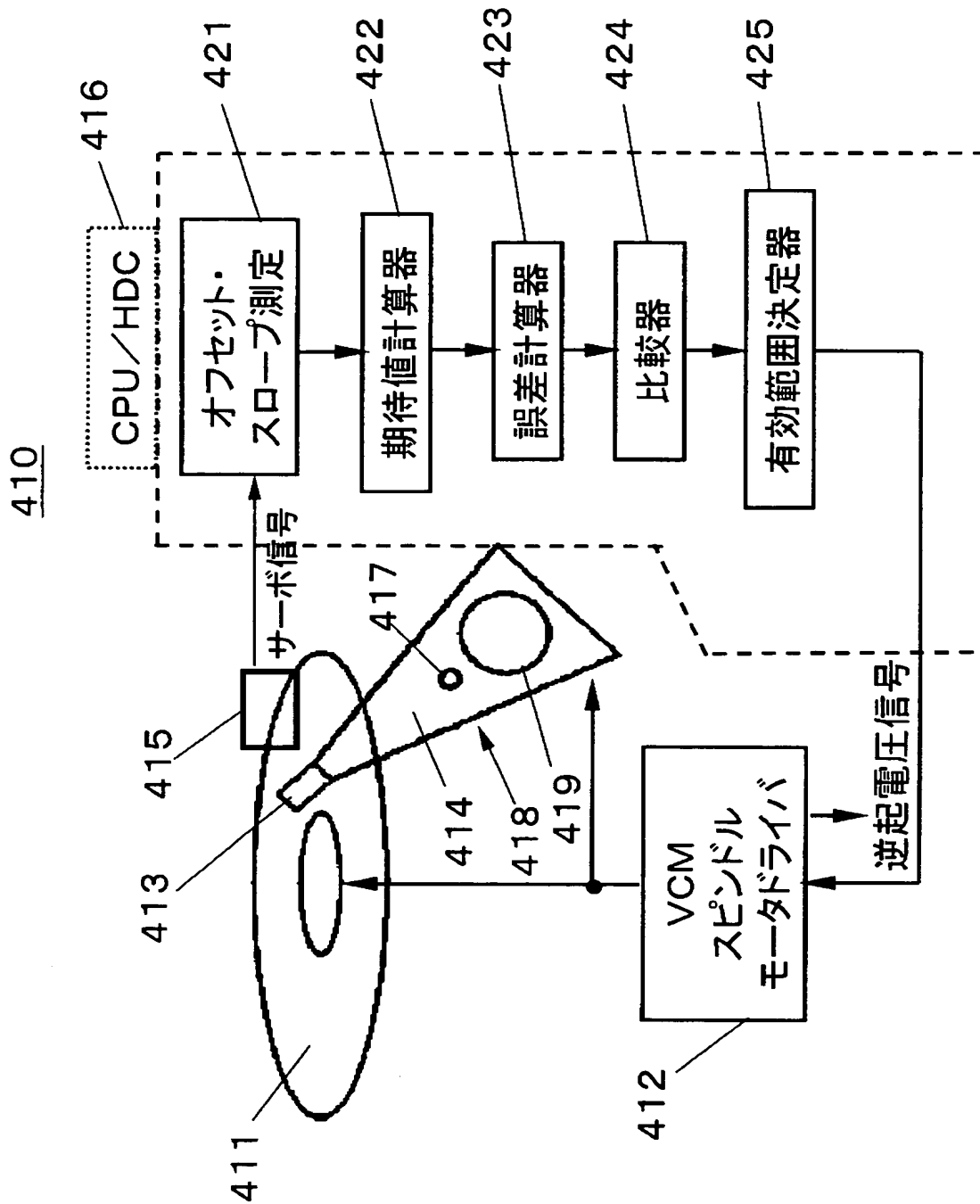




【図 13】

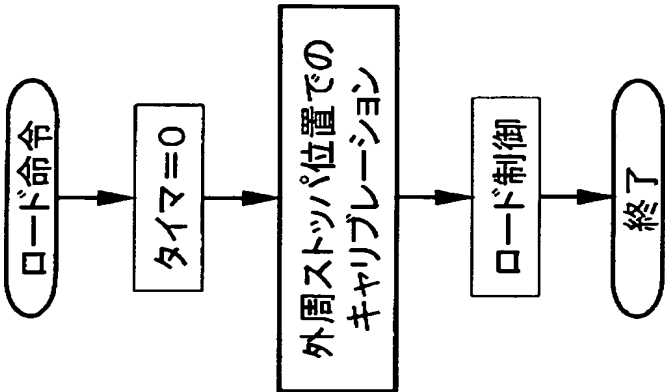


【図14】

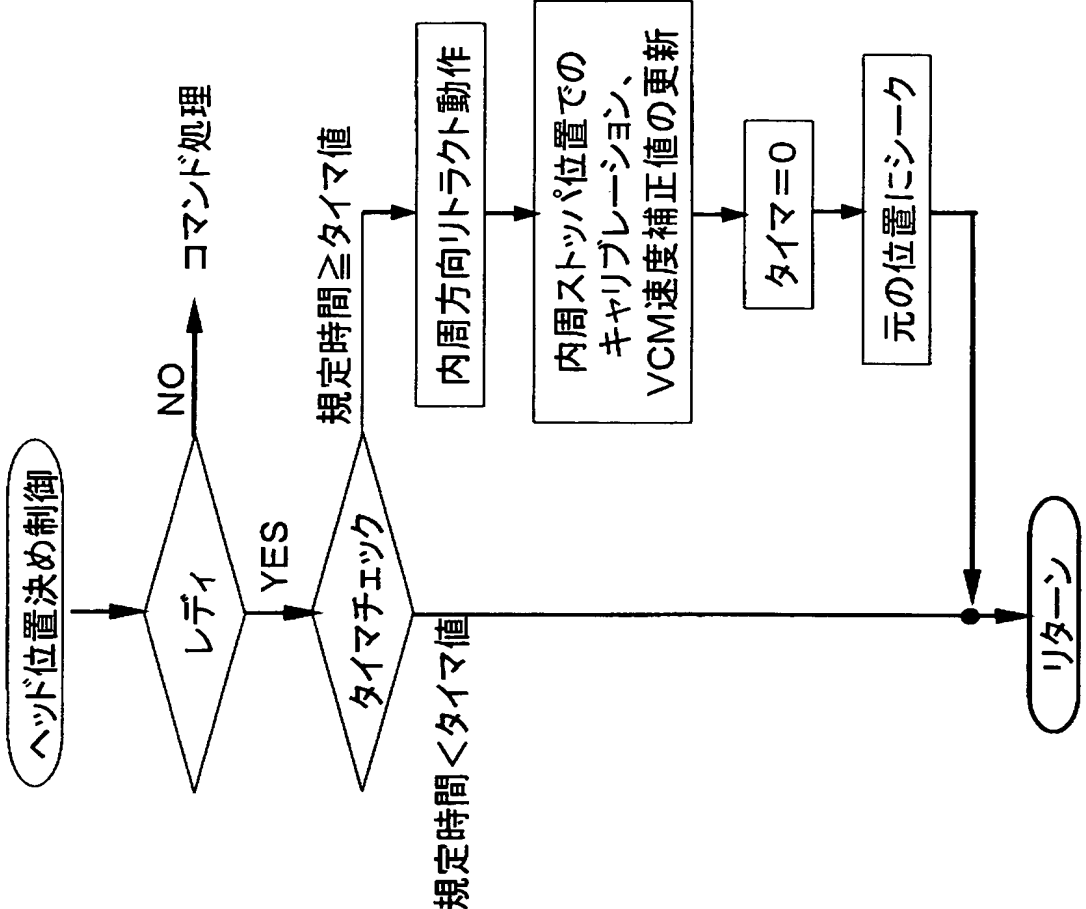


【図 1 5】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 摩擦および振動外乱の影響を受けずに安定に動作して、位置決めサーボ制御を可能とするディスク装置を実現する。

【解決手段】 ヘッド位置決め制御装置は、ヘッドの位置決めを行う位置決め機構部 1 と、ヘッド位置信号を検出し位置制御信号を出力する位置制御手段 2 と、ヘッド位置信号により記録媒体との相対速度であるヘッドの速度を検出する速度検出手段 3 と、駆動部の逆起電圧信号により絶対速度であるヘッドの移動速度を推定した推定移動速度信号を出力する逆起電圧検出手段 4 と、ヘッド位置信号から検出した速度信号により逆起電圧検出手段 4 からの推定移動速度信号の推定誤差を補正して補正推定速度信号を出力する推定速度補正手段 5 と、補正された補正推定速度信号をもとに速度制御信号を出力する推定制御手段 6 とを有し、速度制御信号を位置制御信号に加算した制御量信号で駆動部を制御駆動する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 1 2 4 4 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社